

ADIPOSITAS, BEWEGINGSPATROON EN CALORIE-OPNAME

**EEN ONDERZOEK BETREFFENDE HET BEWEGINGSPATROON
IN RELATIE TOT VETMASSA EN ENERGIE-OPNAME UIT
VOEDING BIJ SCHOOLKINDEREN MET BEHULP VAN EEN
VOOR DIT DOEL ONTWERPEN BEWEGINGSMETER**

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE
AAN DE ERASMUS-UNIVERSITEIT TE ROTTERDAM OP GEZAG VAN
DE RECTOR MAGNIFICUS PROF. DR. B. LEIJNSE
EN VOLGENS BESLUIT VAN HET COLLEGE VAN DEKANEN.

DE OPENBARE VERDEDIGING ZAL PLAATSVINDEN OP
WOENSDAG 13 JUNI 1979
DES NAMIDDAGS TE 4.15 UUR PRECIES

DOOR

JACOB CORNELIS GROENEWEGEN

GEBOREN TE SCHIEDAM

1979

BRONDER-OFFSET B.V. — ROTTERDAM

Promotor: Prof. Dr J.F. de Wijn

Co-referenten: Prof. Dr L. Burema
Prof. Dr H.K.A. Visser

Aan mijn vrouw

VOORWOORD

Gaarne maak ik van de gelegenheid gebruik om in dit voorwoord een aantal personen mijn dank te betuigen voor hun directe dan wel indirecte medewerking bij de totstandkoming van deze dissertatie.

In de eerste plaats gaan mijn gedachten daarbij uit naar mijn vader, die helaas overleed vóórdat hij zijn eigen promotieplannen kon verwezenlijken. Hij is echter wel degene geweest die mij de weg naar de Faculteit der Geneeskunde heeft gewezen en ik beschouw het schrijven van deze dissertatie dan ook als een afronding van zijn werk. Vervolgens memoreer ik de door oorlogsomstandigheden uit Duitsland geïmmigreerde arts, Dr E. Solms, die zich tijdens mijn moeilijke studentenjaren tezamen met zijn echtgenote, Mw H.J. Solms-Hirschweh, tot bijzondere steun is geweest. Van hem leerde ik de eerste beginselen voor het schrijven van wetenschappelijke literatuur en ik betreur het dan ook ten zeerste dat hij juist overleed toen dit proefschrift op het punt stond gedrukt te worden.

Van de direct er bij betrokkenen wil ik als eerste vermelden Mw A.A. Eriks, destijds als coördinator van de cursus Gezondheidszorg verbonden aan het Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde te Leiden. Het was deze collega aan wie ik voor het eerst het ontwerp van mijn metingsplannen ter beoordeling voorlegde en die mij verwees naar een op dit gebied bij uitstek deskundige, die zich later dan ook bereid verklaarde om als promotor op te treden: Prof. Dr J.F. de Wijn.

Hij was degene die, in de periode dat ik de validiteit van mijn vinding zou moeten bewijzen, uit het summere materiaal van mijn vooronderzoek toch voorlopige conclusies durfde te trekken, die de opzet van het definitieve onderzoek rechtvaardigde. Alhoewel hij mij het gehele werk zelf heeft laten schrijven wil ik hier gaarne erkennen dat ik door het herschrijven op zijn aanwijzingen bijzonder veel heb geleerd en keer op keer met genoegen kon constateren dat het stuk in kwaliteit toenam.

Hetzelfde geldt, zij het dan ook in een korter tijdsbestek, voor de co-referenten, Prof. Dr L. Burema en Prof. Dr H.K.A. Visser, die waren uitgenodigd het concept-proefschrift mede te beoordelen en die op het laatste moment het advies gaven om het meetapparaat aan een extra validiteitstest te laten onderwerpen. Met medewerking van Dr R.A. Binkhorst en Ir W.H.M. Saris van de Werkgroep Inspanningsfysiologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen, kon dit worden uitgevoerd door collega R. Pluymers. Voor de daarbij verleende hulp ben ik hen zeer erkentelijk.

Voor adviezen betreffende het opnemen van de voedingsanamnese richtte ik mij tot Mw J. Jannink, met wie ik destijds in mijn periode van reumabestrijding gedurende vier jaren samenwerkte. Van haar heb ik veel kunnen leren evenals van mijn toenmalige chef, de reumatoloog Dr S.A. den Oudsten.

Wat het technische gedeelte betreft wil ik mijn dank betuigen aan de heer C. Verkade te Schiedam, die als deskundige op het gebied van uurwerken mijn plannen aanhoorde en mij met de technische uitvoering daarvan behulpzaam was.

Mijn voormalige buurman, de heer D.J. Zevenhuizen, wil ik mijn erkentelijkheid betuigen voor de prettige samenwerking waarop ik met hem allerlei problemen op technisch gebied onder ogen heb kunnen zien, om deze dan gezamenlijk op te lossen.

Hoewel mij persoonlijk onbekend wil ik bedanken de onderzoekers van de afdeling Voedingstoestand Bevolking op het Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek - T.N.O. in Zeist, die op initiatief van mijn promotor hun medewerking hebben verleend bij het uitvoeren van proefnemingen en berekeningen.

Rest mij een woord van dank te uiten aan het adres van de firma Bronder, die het drukwerk tot mijn volle tevredenheid verzorgde.

Onder het motto "Lest best" wil ik mijn vrouw vermelden, die mij altijd op alle terreinen des levens, dus ook bij het schrijven van deze dissertatie, liefdevol en op de juiste wijze behulpzaam is geweest.

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
INLEIDING	11
HOOFDSTUK I	15
Voorbereidingen tot het onderzoek.	
Ontwerp, beschrijving en capaciteitsvergroting van de bewegingsmeter.	
Beschrijving van het oriënterend onderzoek.	
HOOFDSTUK II	27
Toetsing van de meettechniek en vergelijking met min of meer overeenkomstige procedures.	
Toetsing van één meetapparaat als prototype.	
Toetsing van meerdere apparaten gelijktijdig, ook op synchrone werking.	
Toetsing door middel van correlatie met zuurstofgebruik.	
Overeenkomsten en verschillen met aan de literatuur ontleende min of meer overeenkomstige meetprocedures.	
Toetsing door vergelijking met bekende gegevens betreffende zuurstofgebruik tijdens het verrichten van lichamelijke activiteiten bij verschillende intensiteiten.	

HOOFDSTUK III

36

Onderzoekresultaten.

Opzet van het onderzoek.

Selectie van 4 x 50 proefpersonen.

Uitwerking van het onderzoek.

Mogelijkheden van dragen van de meter.

Leeftijdsraster der deelnemers.

Meetresultaten.

Voedingsgegevens.

Data van bewegingsmetingen.

Bewerking en beschouwing van de resultaten.

Leeftijdsgemiddelden en statistische significantie van hun verschillen.

Correlatiecoëfficiënten en lineaire regressievergelijkingen voor lengte, gewicht, kilocalorieën en bewegingseenheden op leeftijd voor elk der vier groepen.

Gemiddelden en standaarddeviaties van de variabelen voor elk der groepen.

Significantie van de verschillen der gecorrigeerde gemiddelden van variabelen van elk der groepen.

Verhoudingsgetallen betreffende het bewegingspatroon.

Verband tussen bewegings- en voedingspatroon.

Bewegingseenheden in klassen van 25 eenheden.

Bewegingseenheden in decielgroepen met voortschrijdende gemiddelden.

HOOFDSTUK IV

58

Conclusies en samenvatting.**SUMMARY**

61

LITERATUUR

63

BIJLAGEN

65

INLEIDING

De aanleiding tot de opzet van dit onderzoek kwam voort uit de volgende overwegingen.

Zowel in de curatieve als in de praeventieve geneeskunde wordt de arts herhaaldelijk geconfronteerd met klachten en afwijkingen, die ten nauwste verband houden met een relatief te hoog lichaamsgewicht. Bij het opnemen van de anamnese zal in die gevallen uiteraard ook worden geïnformeerd naar het voedingspatroon, dat met enige routine meestal wel vrij betrouwbaar kan worden genoteerd en bestudeerd. Wellicht bedoeld als excuus brengt de patiënt tijdens dat gesprek stevast zijn hoeveelheid lichaamsbeweging te berde, die volgens zijn zeggen niet gering zou zijn. Evenzovele malen is de arts dan niet in staat dit gegeven objectief na te gaan en blijft hij aangewezen op schattingen daaromtrent. Het ontwerpen van een meetapparaat, dat hem in staat stelt om in redelijke mate een inzicht te verkrijgen in de werkelijk verrichte hoeveelheid lichaamsbeweging, is dan ook een *conditio sine qua non* voor een objectieve beoordeling van lichamelijke activiteit.

Behalve voor diagnostische doeleinden kan het eveneens bruikbaar zijn voor de ingestelde therapie als een soort trimmeter, waarop dagelijks een streefgetal dient te worden bereikt.

In de praktijk van de jeugdgezondheidszorg was het mogelijk het ontwerp voor een dergelijk meetinstrument nader uit te werken. De eerste vraagstelling luidde derhalve: Kan een meetapparaat vervaardigd worden dat aan bovenbedoelde eisen voldoet?

Zo ja, dan kan hierop als tweede vraagstelling aansluiten: Is het bewegingspatroon van dikke kinderen anders dan dat van hun niet-dikke leeftijdgenoten? Dat dit onderzoek op kinderen gericht is vindt zijn oorsprong in het feit dat de basis voor naderhand optredende

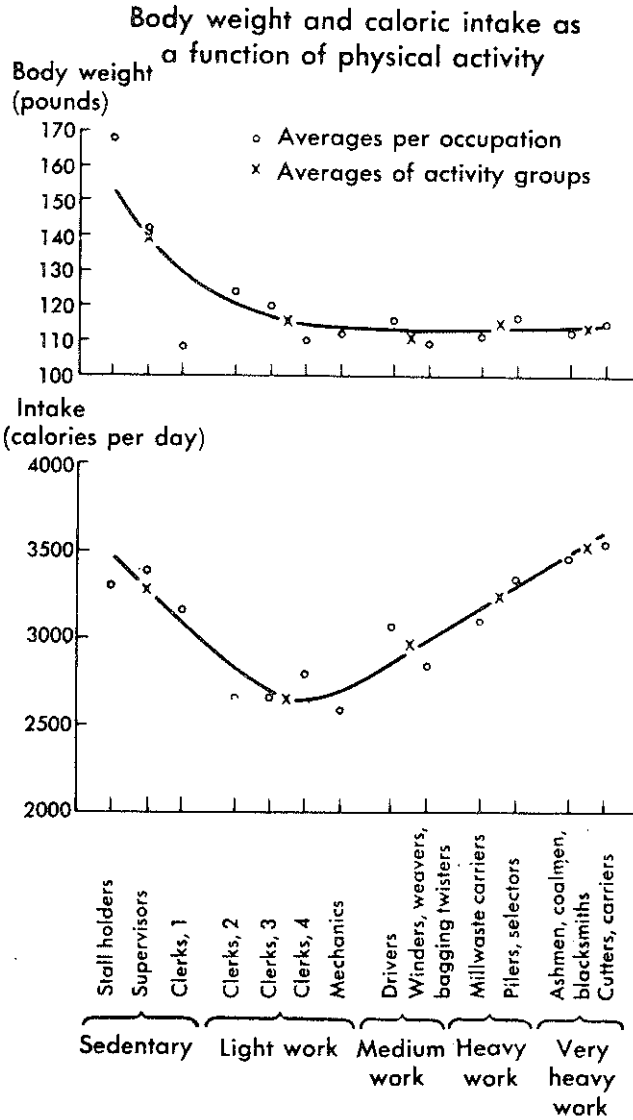
klachten en afwijkingen reeds in de jeugdjaren gelegd lijkt te worden. Als derde vraagstelling werd vervolgens overwogen of het mogelijk zou zijn verband aan te tonen tussen de mate van lichamelijke activiteit enerzijds en het voedingspatroon anderzijds, bij de bestaande mate van adipositas, zulks mede naar analogie van de bevindingen bij bevolkingsonderzoek (figuur 1) en dierexperimenten van J. Mayer (1956 en 1959).

In 1956 heeft Mayer onderzoekingen verricht bij een industriebevolking in India. Als richtlijn voor de mate van lichamelijke activiteit werd daarbij uitgegaan van de aard der beroepswerkzaamheden. Het bleek toen dat de minste energie-opname uit voeding werd gevonden bij lichte of matig inspannende lichamelijke activiteit. Zowel bij meer als bij minder activiteit werd een grotere energie-opname berekend, welke bij grotere lichamelijke activiteit niet gepaard ging met een verhoogd lichaamsgewicht, doch bij zéér geringe activiteit wél.

Bij experimenten met ratten in 1959 heeft Mayer eveneens verband aangetoond tussen bovenvermeld drietal variabelen. De mate van lichamelijke activiteit werd toen niet geschat zoals bij het bevolkingsonderzoek, doch kon met behulp van een tredmolen in een getal tot uitdrukking worden gebracht. Ook hier kwam dezelfde bevinding naar voren, aangevuld met de waarneming dat bij uitputting zowel lichaamsgewicht als voeding afnemen.

Dat wij aanvankelijk aarzelden om de derde vraagstelling in de opzet van ons onderzoek op te nemen berustte op de volgende overweging. Gesteld dat het zou gelukken om met behulp van de te fabriceren bewegingsmeter de lichamelijke activiteit van personen in een getal tot uitdrukking te brengen, dan zou toch het gegeven van de energie-opname uit voeding minder hard blijven. Hiervoor zou immers gewerkt moeten worden met ondervraging en schattingen. Deze kwantitatieve benadering van energie-opname behoeft allerm minst een weerspiegeling te zijn van de in werkelijkheid verbruikte hoeveelheid energie. Metingen van zodanige nauwkeurigheid dat tevens de energie-afgifte kan worden gekwantificeerd, zouden in een wetenschappelijk instituut mogelijk zijn, doch zouden dan het nadeel hebben dat gewerkt werd onder omstandigheden die voor de desbetreffende proefpersoon niet gangbaar kunnen worden genoemd.

Bij de voor ogen staande proefopzet kon dit nadeel echter worden uitgesloten omdat reeds van het begin af was gebleken dat een kleine bewegingsmeter, bevestigd met een elastieken bandje aan de



Results of a study conducted on a population in India, showing the relation of a wide range of activities to food intake and adiposity. Clerks are grouped according to the daily time spent in walking. As in experimental animals, persons who exercised regularly had the lowest daily food intake. Those who did heavy work ate more to maintain their weight. Inactive persons also ate more and became obese.

Figure 1. Overgenomen: Amer. J. Clin. Nutr. 4 (1956), Mayer, J., c.s., Relation between caloric intake, bodyweight and physical work in an industrial male population in West Bengal.

binnenzijde van het bovenbeen juist boven de knie, na enkele minuten al niet meer werd opgemerkt en geen belemmering veroorzaakte. Een belangrijke vraag is nu in hoeverre deze bewegingsmeteruitslagen correleren met de energetische waarde van de activiteit.

Bij het afsluiten van het in de volgende hoofdstukken beschreven onderzoek dient te worden vermeld dat de aspecten ten aanzien van onderzoekingstechniek bij de aanvang daarvan in 1967 anders lagen dan dat dit momenteel het geval is. Andere onderzoekers blijken zich in die tijd eveneens in deze materie te hebben verdiept, hetgeen voor een actueel onderwerp uiteraard niet te verwonderen valt. Onafhankelijk van en zelfs tot voor korte tijd onbekend met proefnemingen van andere onderzoekers blijken onze doelstellingen voor het kwantificeren van lichaamsbeweging in principe dezelfde te zijn geweest en het ligt dan ook voor de hand om hun bevindingen in dit verslag te vermelden onder aanduiding van enkele karakteristieke overeenkomsten en verschillen.

Uit chronologische overwegingen vermelden wij hier echter eerst onze eigen gedachtengang en gedragingen sinds het begin van dit onderzoek.

HOOFDSTUK I

Voorbereidingen tot het onderzoek.

Ontwerp, beschrijving en capaciteitsvergroting van de bewegingsmeter.

Allereerst diende een doelmatig meetinstrument te worden ontworpen, dat in redelijke mate inzicht zou kunnen verstrekken in de hoeveelheid verrichte lichaamsbeweging gedurende een zeker tijdsverloop, waarin de proefpersoon zijn normale gedragsspatroon zou moeten kunnen volgen. Eerst daarna zouden de tweede en derde vraagstelling onder ogen kunnen worden gezien.

Kennis genomen hebbend van de studie van Bullen, Reed en Mayer (1964), waarbij op het sportveld lichamelijke activiteiten van dikke en niet-dikke meisjes beoordeeld waren aan de hand van filmbeelden, wilden wij trachten dergelijke onderzoeken los te maken van een enkele spelsituatie. Om daarvoor in de plaats het normaal gangbare gedragsspatroon te stellen diende een meetinstrument te worden ontworpen dat onder alle omstandigheden continu zou kunnen worden gedragen.

Proefnemingen met elektrische en elektronische ontwerpen werden na enige tijd gestaakt omdat de benodigde apparatuur te volumineus was voor praktische toepassing en bovendien onze gedachten bepaald werden bij wellicht bestaande mogelijkheden met zuiver mechanische registratie van bewegingsimpulsen, waarbij de gedachten uitgingen naar een zogenaamd zelfopwindend polshorloge.

Het was ons opgevallen dat voor een bedpatiënt het dragen van een dergelijk horloge niet doelmatig was omdat hij daarvoor zijn pols blijkbaar te weinig bewoog en het apparaat steeds perioden van stilstand vertoonde.

Bestudering van de werking van een dergelijk horloge leidde al snel tot de conclusie dat bewegingsmetingen hiermede in principe toch wel tot de mogelijkheden zouden moeten behoren en dat de plannen voor doelmatige toepassing nadere aandacht verdienden.

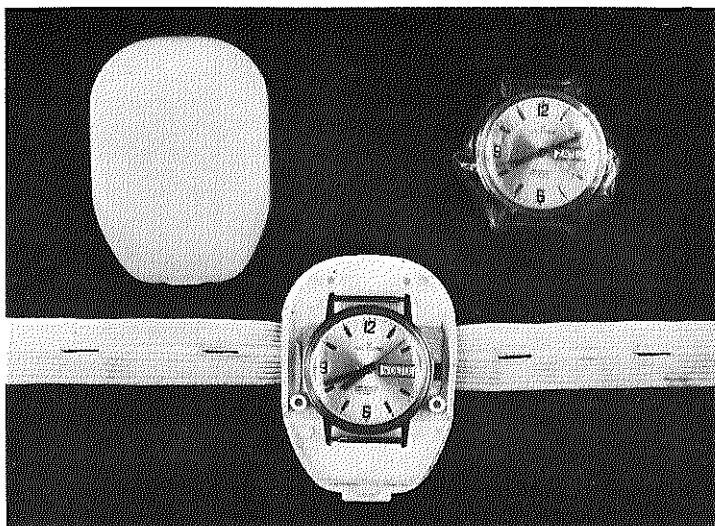
Voor het verkrijgen van een goed inzicht in deze materie dient men zich voor te stellen dat het achterdeksel van zo'n zelfopwindend polshorloge wordt afgeschroefd, waarna een metalen halvemaanvormig schijfje zichtbaar wordt. Dit heeft een oppervlaktegrootte van omstreeks de helft van het afgeschroefde deksel en is draaibaar opgehangen aan een centraal geplaatst asje. Dit laatste ligt in dezelfde lijn als de as waar de wijzers om heen draaien (Figuur 2).

Het halvemaanvormige schijfje kan zich op geleide van de zwaartekracht, wanneer standsveranderingen daartoe aanleiding geven, zeer gemakkelijk ronddraaien, als gevolg waarvan de grote spiraalveer van het uurwerk wordt aangespannen. Bij een normaal aantal polsbewegingen van de drager staat de veer dan ook al snel strak aangespannen. Ontspanning van deze veer kan daarentegen slechts langzaam en zeer gelijkmatig plaatsvinden op de wijze zoals dit voor een goed uurwerk noodzakelijk is. Om dit specifieke tijdmeetmechanisme te kunnen bereiken wordt de geaccumuleerde veerenergie namelijk continu in zeer kleine hoeveelheden afgegeven aan de balans-anker-unit, als gevolg waarvan de regelmatige wijzerverplaatsing tot stand kan komen.

De perfectie van deze apparaten is dusdanig hoog opgevoerd dat wrijving van de bewegende onderdelen tot een minimum beperkt is en er kan dan ook worden gezegd dat nagenoeg alle van buiten af toegevoerde energie aan de wijzerverplaatsing ten goede komt.

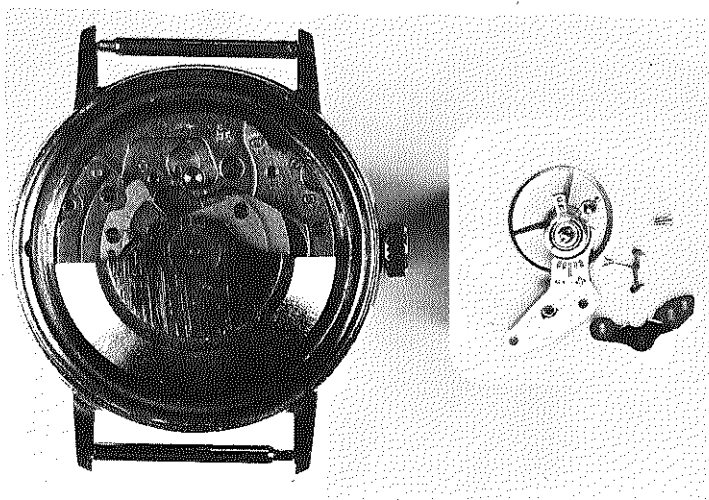
Vooropgesteld dat het horloge in rust was bij de aanvang van de bewegingsmeting en ook weer stil is gaan staan nadat de proef geruime tijd tevoren reeds was beëindigd, is het verschil tussen begin- en eindstand der wijzers bepalend voor de hoeveelheid en intensiteit van de toegevoerde impulsen, resulterend in een hoeveelheid potentiële energie van de spiraalveer en langzaam omgezet in kinetische energie, merkbaar aan de wijzerverplaatsing.

In principe kan nu reeds zonder technische modificatie een beperkte hoeveelheid lichaamsbeweging worden gemeten, zij het dan ook slechts voor korte duur en bij het verrichten van kalme bewegingen. Voor algemene toepassing blijken er echter nog meerdere bezwaren te bestaan.

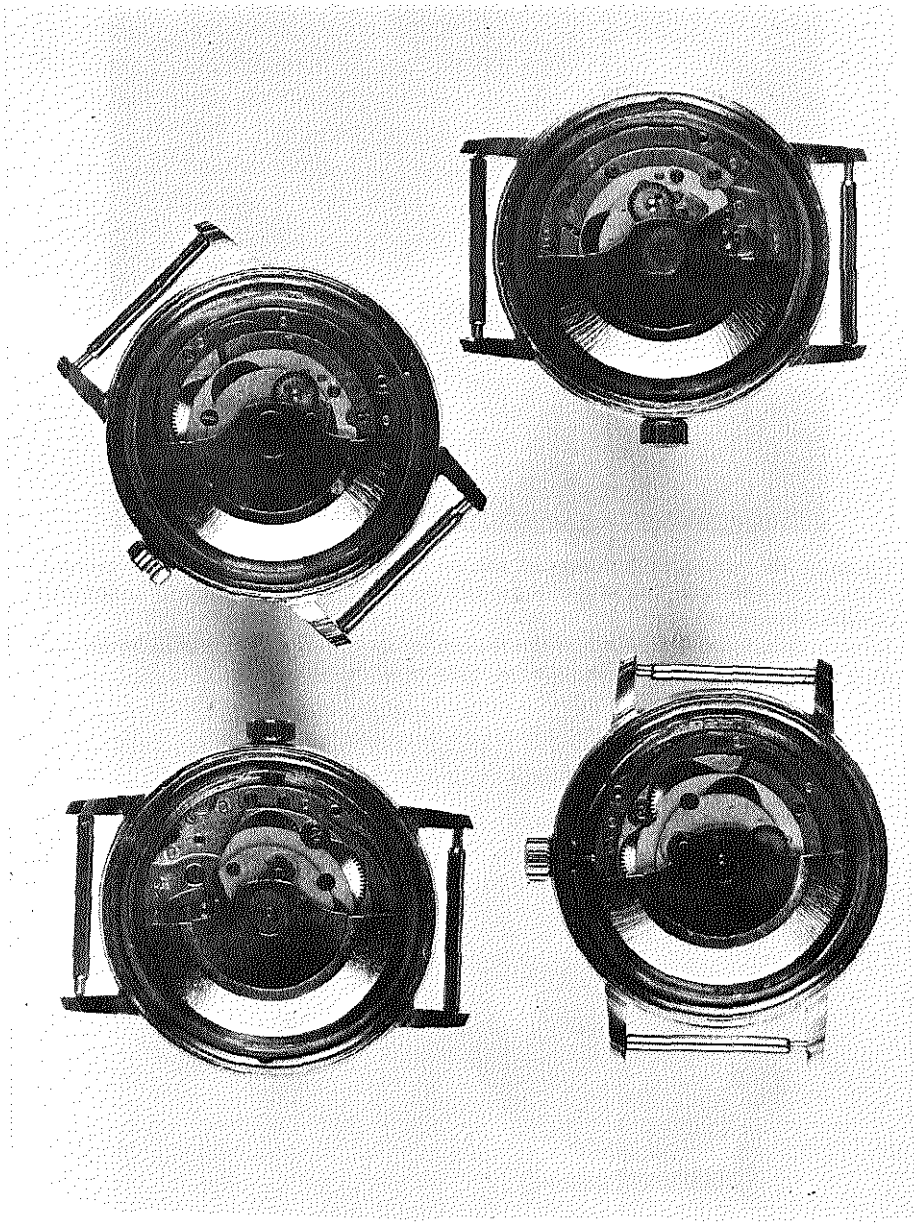


Figuur 2a. Bovenstaande afbeelding geeft aan hoe het gemodificeerde polshorloge in het hard-plastic doosje opgesloten kan worden. Het deksel, dat er naast ligt, kan naderhand vastgeklemd en verzegeld worden.

Tevens is op de figuur daarnaast zichtbaar hoe het horloge door middel van een dichtgesmolten zacht-plastic zakje tegen binnendringen van vocht wordt beschermd.



Figuur 2b. Achteraanzicht van het gemodificeerde horloge nadat het deksel is afgeschroefd en de balans-anker-unit uit het bovenste gedeelte is verwijderd. De onderdelen van deze balans-anker-unit zijn op de foto-inzet zichtbaar.



Figuur 2c. Op bovenstaande afbeelding is te zien hoe het halvemaaanvormige schijfje, rotor genaamd, steeds op geleide van de zwaartekracht het laagste punt zoekt, onafhankelijk van de stand van het apparaat in zijn geheel.

Allereerst blijkt het zeer lang te duren voordat aflezing van de wijzerverplaatsing kan plaatsvinden omdat de veerontlading in het langzame tempo van normale tijdaanduiding geschiedt. Hiermede kunnen enkele etmalen gemoeid zijn.

Bovendien is de capaciteit van een eenvoudig polshorloge zo gering dat tussentijds steeds moet worden nagegaan of de kleine wijzer al weer aan een nieuwe rondgang is begonnen.

Voor praktische doeleinden vormen deze twee bezwaren reeds een grote belemmering, doch van veel meer belang is een derde essentiële factor, namelijk de aanwezigheid van een ingebouwd slipveermechanisme, waardoor overmatig toegevoerde energie ongeregistreerd zou worden afgevoerd. Normaliter wordt dit onderdeel in een dergelijk apparaat ingebouwd om te voorkomen dat een al te strak aangespannen veer zou breken, hetgeen door overmatig veel polsbewegingen zeer goed mogelijk zou zijn.

Om aan genoemde bezwaren tegemoet te komen dient nu allereerst de balans-anker-unit uit het apparaat te worden gelicht. Zonder noemenswaardige moeite kan deze naderhand even gemakkelijk worden teruggeplaatst, zodat van beschadiging feitelijk niet eens behoeft te worden gesproken.

Als gevolg van deze ingreep is het specifieke tijdmeetmechanisme nu niet meer aanwezig en de door bewegingsimpulsen toegevoerde energie wordt ogenblikkelijk weergegeven door snelle wijzerverplaatsing. Binnen een fraktie van een seconde is het verschil tussen begin- en eindstand afleesbaar en ook kan nu het misleidende slipveermechanisme niet meer in werking komen doordat hoge veerspanningscumulatie wordt voorkomen.

Voor een volgende verbetering namen wij onze toevlucht tot gebruikmaking van een horloge met datumaanduiding, hetgeen tweemaal voordeel opleverde. Allereerst behoeft dan niet steeds tussentijds te worden opgelet of de kleine wijzer weer een complete rondgang heeft voltooid, doch tevens wordt de gehele meetcapaciteit automatisch vergroot met een factor 62. Immers is het hierdoor direct te zien of de veerontspanning 31 "etmalen" dan wel slechts $\frac{1}{2}$ "etmaal" heeft geveerd.

Voor onze proefnemingen was deze capaciteitsvergroting echter toch nog onvoldoende, zodat wij verder bleven zoeken. De oplossing werd na korte tijd op eenvoudige wijze gevonden door gebruik te maken van een dag-datum-horloge dat behalve de tijd en de datum bovendien nog

de dag van de week aangeeft, zoals zondag, maandag etc.

De gunstige omstandigheid daarbij is dat de combinatie van het aantal wekdagen (7) en het aantal maaddagen op zo'n apparaat (31) er toe leidt dat een bepaalde dag-datum-combinatie, zoals die in het venstertje afleesbaar is, slechts éénmaal in de zeven maanden voorkomt. Gesteld immers dat bij voorbeeld op zeker moment zondag op dag 1 in het venstertje wordt aangegeven, dan zal eenendertig dagen later op het apparaat naast het cijfer 1 woensdag vermeld staan omdat 31 dagen gelijk is aan $4 \times 7 + 3$ dagen en de tweeëndertigste dag weer als 1 wordt aangeduid. Weer een maand later valt dan zaterdag op 1, nog een maand later dinsdag enz.

Bij onze proefnemingen voor het meten van hoeveelheden lichaamsbeweging draaien de wijzers zoals reeds werd opgemerkt bijzonder snel en volkomen onafhankelijk van tijdmeting, zodat wij de aanduidingen "etmalen" dan ook niet moeten verwarren met tijdperioden van die naam. De apparaten worden uitsluitend gebruikt om aan de hand van de omwentelingsaantallen de hoeveelheden en intensiteit van alle geregistreerde impulsen te kunnen nagaan.

Eenvoudige terugrekening leert het verschil tussen begin- en eindstand kennen, hetgeen met een voorbeeld duidelijk kan worden gemaakt.

Voorbeeld:

Beginstand: zondag de 24ste 07.00 uur,

Eindstand: donderdag de 31ste 20.00 uur.

Wij brengen dan eerst vier etmalen in rekening om van de zondag de eerstvolgende donderdag te bereiken en vervolgens worden steeds veelvoudigen van zeven etmalen bijgeteld tot de 31ste bereikt wordt.

In de praktijk gebruiken wij daarvoor een eenvoudig noteringsschema, dat er als volgt uitziet:

zo	24)	4	→	do	31
do	28)	7			
	4)	28			
	1)	35			
	5)	28			
	2)	35			
	6)	28			
	3)	28			
	31)	28			
		193			

$\times 24 + (20-7) = 4645$

In dit voorbeeld geeft het getal 193 het aantal "etmalen" aan, dat werd geregistreerd. Wij voerden in verband daarmee de grote eenheid E in. Vermenigvuldiging met een factor 24 leidt al gauw tot schijnnaauwkeurigheid en wij pasten deze berekening dan ook slechts toe bij kortdurende spelsituaties waarbij de metingen aanzienlijk kleinere uitkomsten opleverden. Voor die notaties gebruikten wij de eenheid e.

Aangaande de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de meter kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt.

Met één exemplaar, dat als prototype bij ons onderzoek kan worden beschouwd, konden gelijkwaardige omstandigheden worden gemeten. Zo werd het apparaat gedragen tijdens een aantal wandelingen over hetzelfde traject. Bij een tiental proeven werd op deze wijze bij een aantal van 3000 E geen enkele maal een groter verschil gevonden dan 6 E, hetgeen te verwaarlozen is en goede vooruitzichten bood voor verdere proefnemingen.

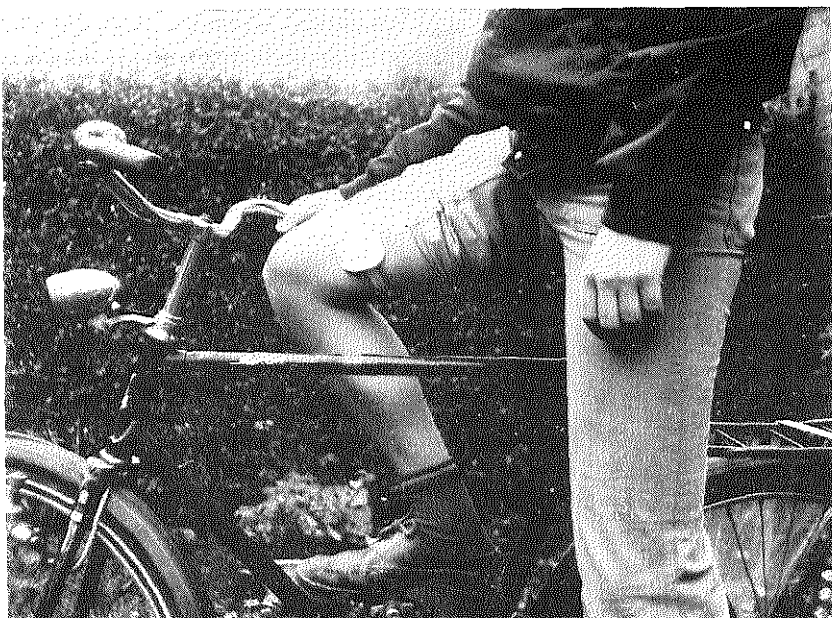
Hierbij dient te worden opgemerkt dat dit resultaat werd bereikt nadat eerst was uitgezocht welke plaats van bevestiging op het lichaam de gunstigste resultaten gaf. Vanwege de bouw van het horloge lag het voor de hand dat optimale slingereffecten van het halvemaanvormige schijfje bereikt zouden worden door bevestiging aan het lichaam van de drager in een voor-achterwaarts gericht vlak.

Bevestiging op de linker zijde van de romp, hetgeen gemakkelijk met een elastieken bandje kon geschieden, gaf slechts geringe aantallen bewegingseenheden te zien in tegenstelling tot die na plaatsing aan een enkel. In het laatste geval kwam duidelijk tot uiting dat behalve loopbewegingen tevens nerveuse bewegingen van het onderbeen tijdens het zitten werden geregistreerd en aanleiding gaven tot onjuiste suggesties.

Na enig experimenteren kwam als meest voor de hand liggende localisatie een plaats aan een der bovenbenen in aanmerking en wel zo dicht mogelijk boven de knie zonder deze evenwel in zijn bewegingen te hinderen (Figuur 3).

Bij het definitieve onderzoek werd later de voorkeur gegeven aan bevestiging aan het linker bovenbeen.

Reeds op het eerste gezicht zal het voor een ieder duidelijk kunnen zijn dat overgang van zittende in staande houding een draaiing van het apparaat over 90° tot gevolg zal hebben, welke goed vatbaar is voor registratie, waarbij de lengte van het bovenbeen mede van belang is.



Figuur 3. Bevestigde bewegingsmeter in enkele standen.

Goede registratie vindt evenzo plaats bij fiets- en loopbewegingen, inzonderheid bij trappenlopen. Daarentegen geeft de meter geen enkele uitslag te zien bij gelijkmatige voortbeweging waarbij het lichaam in rust is, zoals bv. horizontaal in een voertuig dan wel verticaal in een lift.

In dit stadium aangekomen werd een tweetal nieuwe en onderling gelijke apparaten aangeschaft, ditmaal van het dag-datum-type, en voor gebruik gereed gemaakt. Voor toetsing op onderling gelijke registratie werden zij enkele maanden lang steeds gedurende drie etmalen aan hetzelfde been aan dezelfde bewegingen blootgesteld. Na een inlooperperiode van veertien dagen kon worden gesproken van een nagenoeg synchrone werking omdat de afwijkingen steeds minder dan 5 E op 5000 E hadden bedragen.

Beschrijving van het oriënterend onderzoek.

Deze resultaten gaven in 1972 aanleiding tot het opstellen van een oriënterend onderzoek met gebruikmaking van dit tweetal apparaten. Getracht zou worden het bewegingspatroon van tien adipeuse scholieren te vergelijken met dat van tien niet-adipeusen van dezelfde leeftijd en hetzelfde geslacht, in elk geval paarsgewijs. Tevens zou van elk hunner het voedingspatroon worden genoteerd.

Op één bepaalde school werden vrij gemakkelijk negen dikke scholieren gevonden met hun niet-adipeuse pendanten, doch een tiende bleek niet voorhanden te zijn. Wel meldden zich ook nog twee zware kinderen, t.w. een jongen en een meisje, bij wie het overgewicht op grond van schatting van de huidplooidikte echter eerder aan musculaire hypertrophie dan aan adipositas leek te moeten worden toegeschreven. Besloten werd dit tweetal toch in de proefopstelling op te nemen onder een codenummer naast twee niet-adipeuse partners van dezelfde leeftijd en hetzelfde geslacht. Op deze wijze zou dus worden gewerkt met in totaal elf paren, t.w. zes paren jongens en vijf paren meisjes, waarvan twee paren echter een aparte beoordeling zouden verdienen.

De apparaten zouden aan de binnenzijde van het linker bovenbeen enkele centimeters boven de knie gedragen worden gedurende een periode van drie etmalen, t.w. op donderdag, vrijdag en zaterdag, aangezien dit drietal dagen het meest representatief moet worden geacht voor het normale weekpatroon van de doorsnee scholier. Immers bestaat een week uit veertien halve dagen waarvan er

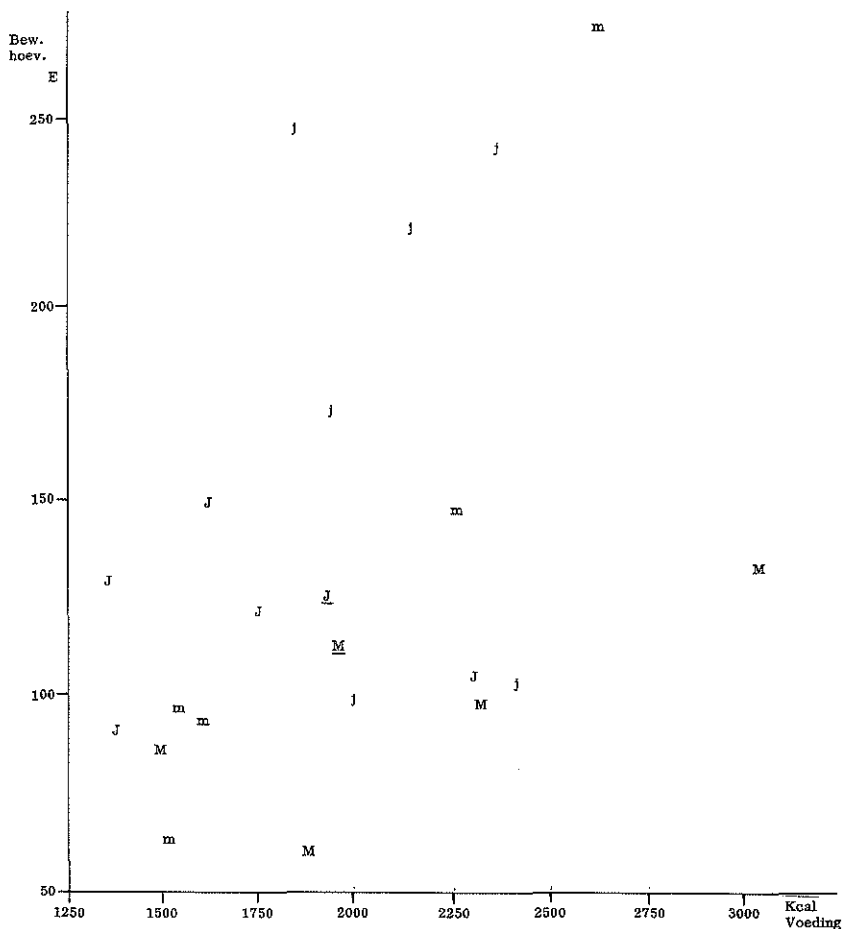
gewoonlijk negen wel op school worden doorgebracht en vijf niet, t.w. de vrije woensdagmiddag, de gehele zaterdag en de gehele zondag. De verhouding 9:5 komt vrij goed overeen met 2:1, d.w.z. de donderdag, vrijdag en zaterdag, op welke dagen de bewegingsmeters moesten worden gedragen. Daarbij mag worden aangenomen dat op laatstgenoemde vrije dag uiting kan worden gegeven aan de individueel bestaande mate van bewegingsdrang.

Het uitvoeren van de voorgenomen metingen nam ruim elf weken in beslag, waarna de gegevens, voorzien van die betreffende het voedingspatroon werden getabelleerd. Omdat de gelegenheid aanwezig was werd bovendien getracht nog enigszins inzicht te verkrijgen in het bewegingspatroon tijdens badmintonspel op het schoolplein.

Alhoewel van meet af aan vaststond dat uit dit betrekkelijk kleine aantal proefpersonen geen voorbarige conclusies zouden mogen worden getrokken, kon een zestal voorlopige gevolgtrekkingen toch worden genoteerd, dat hieronder wordt vermeld.

1. Het voor dit doel ontwikkelde meetapparaat lijkt bij vergelijkend onderzoek in redelijke mate inzicht te kunnen geven omtrent de verschillen in bewegingshoeveelheden van de dragers. De adipeusen bewegen zich circa $\frac{2}{3}$ vergeleken bij de niet-adipeusen.
2. Bij het laten dragen gedurende drie etmalen lijkt de veronderstelling te kunnen worden bevestigd dat adipeuse proefpersonen zich minder bewegen dan hun niet-adipeuse leeftijdgenoten met als verhouding bij eerste benadering 2:3.
3. Het feit dat de onder 1. genoemde bevinding slechts wordt tegengesproken door de uitkomsten van de beide zware kinderen, die feitelijk ten onrechte in de proefopstelling waren opgenomen omdat zij eerder musculous dan adipeus moesten worden genoemd, ondersteunt de gevonden regel.
4. Voor de verhouding van bewegingshoeveelheden tussen jongens en meisjes werd een waarde van omstreeks 5:4 genoteerd.
5. Er lijkt een lineair verband te kunnen worden aangetoond tussen de bewegingshoeveelheden boven 150 E en de hoeveelheid energie, die uit voeding werd opgenomen (Figuur 4).
6. Het lijkt interessant om de proef met gebruikmaking van een huidplooidiktemeter op groter schaal op te zetten, bij voorbeeld met omstreeks tweehonderd proefpersonen, waarbij de vetmassa dan

getaxeerd kan worden aan de hand van de som van vier huidplooiën, t.w. die ter plaatse van de musculus triceps, de musculus biceps, de angulus inferior scapulae en de spina iliaca anterior superior.



Figuur 4. Oriënterend onderzoek naar verhouding tussen hoeveelheid lichaamsbeweging en opgenomen voeding bij:
 6 zwaargewicht-jongens (J), 6 lichtgewicht-jongens (j), 5 zwaargewicht-meisjes (M), 5 lichtgewicht-meisjes (m).
 Als J en M zijn de beide zwaargewichten aangeduid, die eerder als musculous dan als adipeus dienden te worden beschouwd.

Bij de afsluiting van deze voorbereidingen tot het onderzoek kon een opmerkelijke bevinding de doelmatigheid van de meter aantonen, welke dan ook aparte vermelding verdient.

Twee jongens hadden opgegeven aan het voetbalspel deel te nemen omdat dit op hun school behoorde tot de verplichte onderdelen van de lessen in lichamelijke oefening. Nadat ieder gedurende drie dagen een meter had gedragen bleek de niet-adipeuse echter omstreeks drie maal zoveel bewegingen te hebben gemaakt als zijn partner. Bij navraag om deze factor 3 te kunnen verklaren bleek het volgende:

1. Op donderdag stond voetballen weliswaar als verplicht op het schoolrooster, doch de adipeuse had slechts als reserve langs de lijn gestaan.
2. Op vrijdag was deelname aan het voetbalspel facultatief en wederom had slechts de niet-dikke van de mogelijkheid gebruik gemaakt.
3. Toen op zaterdag het veld voor deze jongens was gesloten bleek opnieuw laatstgenoemde in tegenstelling tot zijn kameraad actief te zijn geweest door op straat te gaan voetballen.

Deze feiten zouden niet aan het licht zijn gekomen indien slechts zou zijn afgegaan op de vermelding "wel of niet voetballen" zonder meting van de veronderstelde activiteit.

HOOFDSTUK II

Toetsing van de meettechniek en vergelijking met min of meer overeenkomstige procedures.

Toetsing van één meetapparaat als prototype.

Betreffende de toetsing van de meettechniek wordt voor de eerste proefnemingen verwezen naar de desbetreffende opmerkingen in Hoofdstuk I, waar vermeld staat dat deze genomen werden met één exemplaar, dat als prototype kan worden beschouwd, zij het dan ook dat dit reeds over een datum-aanduiding beschikte en nog geen dag-datumcombinatie.

Bij herhaalde waarnemingen gedurende een groot aantal wandelingen over een en hetzelfde traject kon geen groter verschil in uitslagen van de bewegingsmeter worden geconstateerd dan 6 E op 3000 E.

Toetsing van meerdere apparaten gelijktijdig, ook op synchrone werking.

Dit leidde er toe dat in 1971 de proefnemingen werden voortgezet met een tweetal nieuwe apparaten, thans van het dag-datum-type, waardoor niet alleen de meetcapaciteit met een factor 7 werd vergroot, doch waardoor tevens kon worden nagegaan of metingen bij meerdere proefpersonen gelijktijdig zouden kunnen worden verricht. Na veel aandacht te hebben besteed aan de technische verzorging van de apparaten bleken de verschillen tussen de uitkomsten van beide apparaten dusdanig gering te zijn (minder dan 5 E op 5000 E), dat een correctiefactor buiten beschouwing kon worden gelaten.

Toetsing door middel van correlatie met zuurstofgebruik.

In 1973 werden op kleine schaal op het Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek-T.N.O. te Zeist enkele proefnemingen verricht met dit tweetal apparaten, dat, zoals in Hoofdstuk I werd vermeld, was gebruikt voor het vooronderzoek op 22 scholieren.

Met behulp van een Kofranyi-Michaelis-respirometer werd het zuurstofverbruik van een beperkt (vier) aantal volwassen proefpersonen gemeten bij twee activiteiten, die wat intensiteit betreft duidelijk verschillen, t.w. 15 minuten lopen en 10 minuten trap op- en aflopen, terwijl gelijktijdig metingen met de bewegingsmeter werden verricht. De bedoeling was o.a. na te gaan in hoeverre de uitslagen van de bewegingsmeter een indicatie waren voor het energieverbruik bij meer of minder intensieve activiteit.

Een verondersteld lineair verband tussen zuurstofverbruik en uitslagen van de bewegingsmeter bij deze acht metingen leverde een correlatie-coëfficiënt op van 0,8, hetgeen bemoedigend leek. De korte tijdsduur die voor het onderzoek beschikbaar was leidde er toe dat het aantal waarnemingen te klein bleef om er statistisch waarde aan te hechten en er verantwoorde conclusies uit te trekken. Het leek echter toch wel verantwoord om in afwachting van meer en betere toetsingen, ook bij kinderen, de opzet van het grote onderzoek reeds ter hand te nemen.

Overeenkomsten en verschillen met aan de literatuur ontleende min of meer overeenkomstige meetprocedures.

Overige bemoedigingen die ons tussentijds bereikten, ontleenden wij aan de literatuur, waaruit bleek dat voor dit actuele onderwerp van meerdere kanten belangstelling bestond.

Reeds bij de aanvang van onze onderzoekingen hadden wij kennis kunnen nemen van pedometerproeven van Stunkard (1960), doch voornamelijk uit overwegingen van technische aard betreffende de geringe stabiliteit van het apparaat leek het ons toe dat een ander soort apparaat de voorkeur zou moeten verdienen.

Om andere redenen dan onvoldoende stabiliteit gold ditzelfde voor de stappenteller van Marsden en Montgomery (1972), die hun impulsenteller in een schoenhak hadden bevestigd. Als gevolg daarvan werden loopbewegingen dan weliswaar per stap geregistreerd, doch fietsbewegingen niet. Ook bij traplopen zal het apparaat dan niet gauw in werking komen, terwijl juist in tegenstelling daarmee lichte

voetbewegingen van een zittende persoon ten onrechte de indruk geven dat het gehele lichaam zich verplaatst.

Een duidelijker steun dat wij op de goede weg waren vonden wij in de beschrijving van Schulman en Reisman (1959), waarvan wij echter slechts laat op de hoogte kwamen. Ook deze onderzoekers bleken, zoals wij, hun toevlucht te hebben genomen tot gebruikmaking van een zelfopwindend polshorloge, dat zij na modificatie de benaming "actometer" hadden gegeven.

Als belangrijkste verschil, omdat dit essentieel is voor de mate van nauwkeurigheid, moet worden vermeld dat zij, behalve de balans-anker-unit, tevens een groot aantal andere onderdelen hadden verwijderd waaronder de grote hoofdveer, welke juist garant staat voor de onderlinge evenredigheid tussen hoeveelheden opgenomen en geregistreerde mechanische energie. Juist de door ons gehandhaafde fixatie van begin- en eindpunt van deze lange spiraalveer zorgt er voor dat niet elke willekeurige stoot tegen het mechanisme een onafgeremd effect sorteert, doch het schokbrekende en nauwkeurig cumulerende gedrag van deze veer geeft aanleiding tot correcte registratie.

Een ander verschil is dat onze meter niet was afgeleid van het datum-type doch van het dag-datum-type, waardoor de meetcapaciteit zeven maal zo groot is.

Als derde verschil kan er een van economische betekenis genoemd worden: Schulman en Reisman maakten gebruik van kostbare Omega-horloges, terwijl wij volstonden met een aanzienlijk minder duur uurwerk. De kostbaarheid van een apparaat wordt namelijk, althans uit technisch oogpunt bezien, grotendeels bepaald door de precisie van het afloopmechanisme, dat moet zorgen voor constante tijdmeting, d.w.z. de kwaliteit van de balans-anker-unit, welk onderdeel voor ons doel juist wordt verwijderd.

Na genoemde tegenstellingen moeten wij echter ook de overeenkomst tussen het werk van Schulman en Reisman en het onze vermelden. Evenals wij zijn ook zij vooralsnog niet toegekomen aan ijking in absolute eenheden van bewegingshoeveelheid, zodat deze dan ook nog niet eenvoudig vergeleken kunnen worden met algemeen geldende eenheden daaromtrent. Ook hun metingen betroffen slechts onderlinge vergelijkingen van de verkregen meteruitkomsten, waarbij zij zich richtten op vergelijking van uitkomsten verkregen bij metingen aan verschillende lichaamsdelen van een en dezelfde persoon, terwijl wij belangstelling hadden voor de uitkomsten van metingen aan

gelijknamige lichaamsdelen van verschillende personen.

Voornamelijk vanwege de eerstgenoemde twee verschillen leek het ons niet juist om de door ons destijds gekozen benaming "kinetograaf" te vervangen door hun benaming "actometer". In deze mening werden wij versterkt toen wij naderhand in een rapport van W.A. van Staveren (1974) konden lezen dat er op het gebied van de nomenclatuur bij bewegingsmeters nogal wat verwarring blijkt te bestaan.

Toetsing door vergelijking met bekende gegevens betreffende zuurstofgebruik tijdens het verrichten van lichamelijke activiteiten bij verschillende intensiteiten.

Juist ten tijde van de afronding van de beschrijving van ons onderzoek konden wij kennis nemen van recent in Nederland op dit gebied verricht fraai onderzoek van Saris en Binkhorst (1977).

Ook zij blijken te hebben gewerkt met een gemodificeerd polshorloge, waaraan zij in navolging van Schulman en Reisman de naam actometer verbinden, alhoewel zij zich volgens hun beschrijving bij de verwijdering van onderdelen beperkt hebben tot de balans-anker-unit. Hun apparaat vertoont derhalve meer overeenkomst met het onze dan met dat van Schulman en Reisman, doch omdat zij slechts schrijven over een datum-horloge in plaats van een dag-datum-apparaat, moet de meetcapaciteit zeven maal kleiner zijn geweest. Dit zou dan ook kunnen verklaren dat zij hun metingen bij kinderen beperkten tot een klein aantal uren in een kleuterspeelzaal, terwijl wij de meters konden laten dragen gedurende drie aaneengesloten etmalen, d.w.z. donderdag, vrijdag en zaterdag, dagen die, wat betreft het bewegings- of activiteitenpatroon, representatief geacht mogen worden voor het gehele weekpatroon van de doorsnee scholier. Als verder onderscheid tussen hun onderzoek en het onze kan worden vermeld dat zij als plaats voor bevestiging van het apparaat de enkel hebben gekozen, terwijl wij van mening zijn dat het distale deel van het bovenbeen hiervoor beter geschikt is. Uit hun onderzoek bleek dat de relatie tussen eenheden van de bewegingsmeter en de *snelheid* van bewegen tijdens wandelen en hardlopen een gelijksoortig verband toonde als die van het energieverbruik van proefpersonen versus de snelheid van voortbewegen. Hieruit mag voorzichtig worden geconcludeerd dat de bewegingsmeter in staat is verschillen in niveau's van het energieverbruik op een "redelijk juiste" wijze aan te geven.

Dankzij de medewerking van Dr R.A. Binkhorst, hoofd van de

werkgroep Inspanningsfysiologie van het Laboratorium voor Fysiologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen kon een representatief exemplaar van onze serie bewegingsmeters aan een zelfde soort test worden onderworpen. Dit onderzoek werd verricht door R. Pluymers. De meter werd daarbij gedragen, op de eerder beschreven wijze aan de mediale zijde van het linker bovenbeen enkele centimeters boven het kniegewricht, door een aantal kinderen van plm. 9 jaar oud, tijdens het verrichten van een drietal activiteiten, t.w. wandelen en hardlopen op een tredmolen alsmede fietsen, elk bij verschillende snelheden, waarna de meteruitkomsten werden vergeleken met gegevens van Silverman en Anderson (1972), betreffende het energieverbruik van kinderen tijdens wandelen en hardlopen met verschillende snelheden, en met gegevens van Van Baak (persoonlijke mededeling) betreffende het energieverbruik tijdens fietsen met verschillende snelheden. Dit laatste onderzoek betrof weliswaar volwassenen, doch behoudens niveauverschillen behoeft waarschijnlijk geen verschil in het verloop van de relatie verwacht te worden voor kinderen.

1. Voor het wandelen liepen drie meisjes en twee jongens op een tredmolen steeds elk gedurende acht minuten met snelheden van 3 km/u, 4 km/u, 5 km/u, 5,5 km/u en 6 km/u, waarbij moet worden opgemerkt dat slechts één van deze kinderen, t.w. een meisje van 8¼ jaar, in staat bleek te zijn deze laatste opgave te volbrengen.
2. Voor het hardlopen werden snelheden gebruikt van 5 km/u, 6 km/u en 6,8 km/u (de hoogst bruikbare snelheid van deze tredmolen) met medewerking van dezelfde kinderen.
3. Aan het fietsen werd deelgenomen door één meisje, t.w. dezelfde proefpersoon die de uitputtende snelwandelproof van 6 km/u had volbracht, en door twee jongens. Op een kinderfiets met 24-inch-wielen werden twee ronden op een wielervedbaan van 440 meter afgelegd met vier verschillende snelheden. Door middel van tijdmeting konden daarna voor elk kind de eigen snelheden worden berekend, welke omstreeks 11, 13, 15 en 16 km/u bedroegen.

De resultaten worden weergegeven in de tabellen 1 en 2 en in de figuren 5 en 6. Behalve de curven der individuele prestaties worden daarin tevens de lijnen van de gemiddelde waarden aangegeven.

Wat bij beschouwing van deze grafieken nu het eerst opvalt is het feit dat het verloop bij het wandelen en het fietsen een exponentieel karakter lijkt te vertonen, terwijl dit bij het hardlopen, dat slechts over

Tabel 1

Bewegingsmeteruitkomsten bij verschillende snelheden tijdens wandelen en hardlopen.

De uitkomsten worden aangegeven in eenheden e per minuut, berekend in decimalen. Tussen () worden de stapfrequenties vermeld.

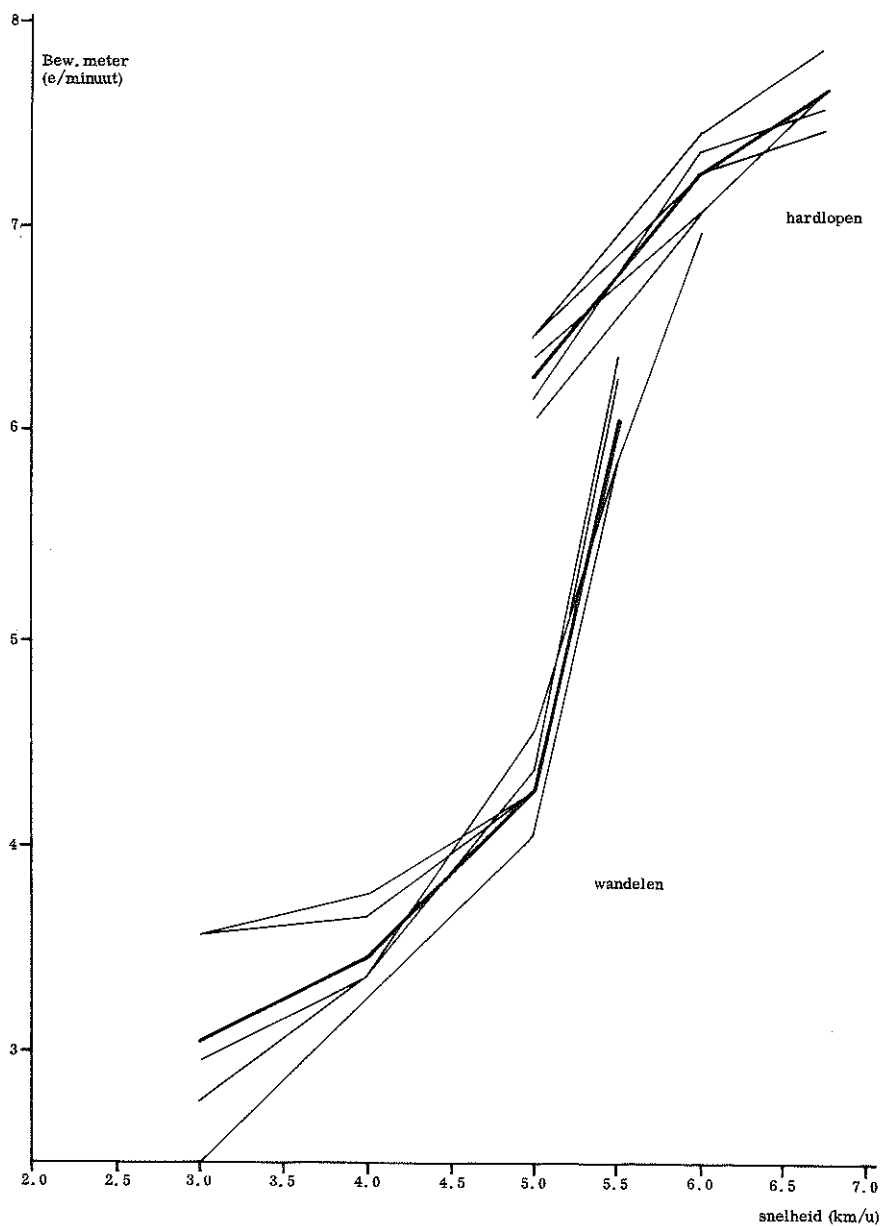
Proefpersoon		Activiteit naar type en snelheid								
Nr	Lft. jr.	Wandelen					Hardlopen			
		3 km/u	4 km/u	5 km/u	5,5 km/u	6 km/u	5 km/u	6 km/u	6,8 km/u	
I	♀ 8¼	2,9 (66)	3,3 (70)	4,5 (84)	5,8 (76)	6,9 (78)	6,4 (90)	7,2 (96)	7,3 (98)	
II	♀ 9	3,5 (76)	3,7 (76)	4,2 (80)	6,2 (80)		6,4 (92)	7,4 (96)	7,8 (104)	
III	♂ 9½	2,5 (60)	3,2 (64)	4,0 (70)	5,8 (72)		6,0 (84)	7,0 (84)	7,6 (96)	
IV	♂ 9½	2,7 (60)	3,3 (68)	4,3 (72)	6,3 (80)		6,3 (84)	7,0 (92)	7,6 (98)	
V	♀ 8½	3,5 (68)	3,6 (72)	4,2 (76)	6,0 (80)		6,1 (92)	7,3 (96)	7,5 (104)	
Gem.		3,0 (66)	3,4 (70)	4,2 (76)	6,0 (78)		6,2 (88)	7,2 (93)	7,6 (100)	
S.d.		0,3 (6)	0,2 (4)	0,2 (5)	0,2 (3)		0,2 (4)	0,2 (5)	0,2 (3)	

Tabel 2

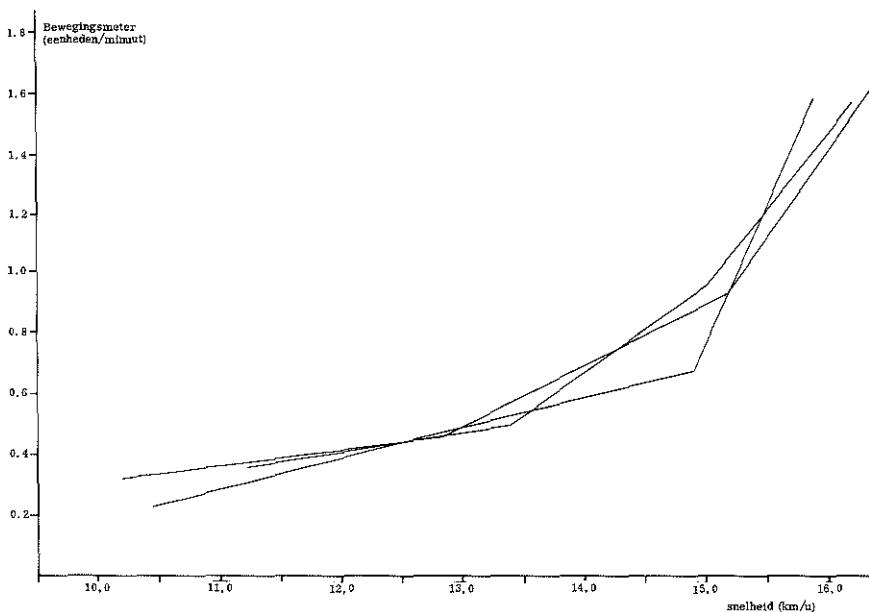
Bewegingsmeteruitkomsten bij verschillende snelheden tijdens fietsen.

De uitkomsten worden aangegeven in eenheden e per minuut, berekend in decimalen. Daarnaast worden de trapfrequenties vermeld.

Proefpersoon	Snelheid (km/u)	Bewegingsmeter (e/min.)	Trapfrequentie (aantal/minuut)
I ♀ 8¼ jr.	10,4	0,23	43
	12,9	0,48	?
	14,9	0,68	56
	15,9	1,58	68
III ♂ 9½ jr.	11,2	0,36	44
	13,4	0,50	48
	15,0	0,96	54
	16,2	1,56	66
IV ♂ 9½ jr.	10,2	0,32	40
	12,8	0,46	46
	15,2	0,94	54
	16,4	1,62	72



Figuur 5. Bewegingsmeteruitkomsten van vijf proefpersonen en de gemiddelde waarde daarvan (vetgedrukt) bij diverse snelheden tijdens *wandelen* en *hardlopen*.



Figuur 6. Bewegingsmeteruitkomsten van drie proefpersonen bij diverse snelheden *fietsen*.

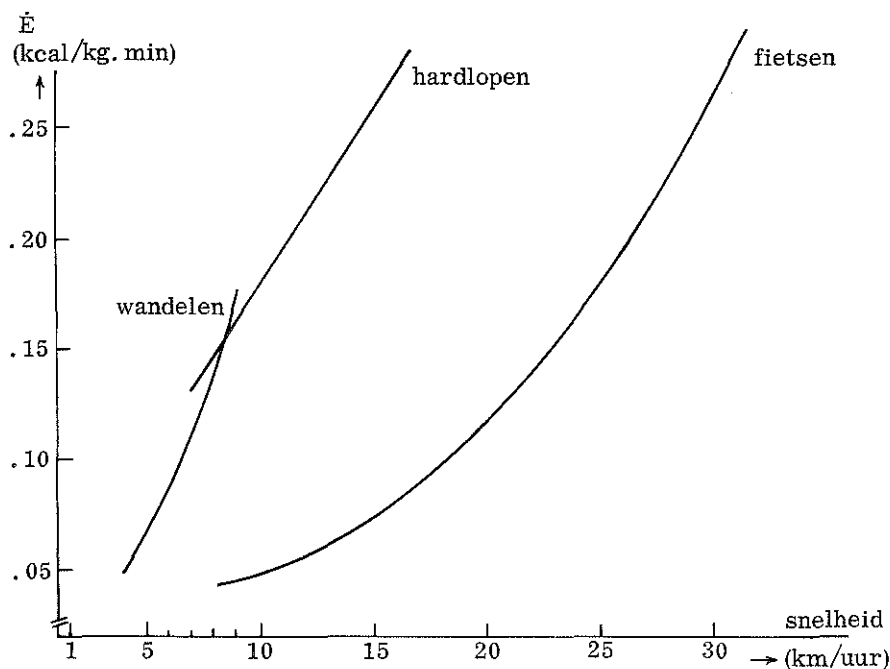
een beperkt traject van snelheden onderzocht kon worden, eerder als lineair zou mogen worden aangeduid.

Een soortgelijk verloop in de curven werd aangetroffen bij proefnemingen waarbij het energieverbruik van proefpersonen tijdens uitvoering van dezelfde activiteiten met verschillende snelheden werd bepaald (Figuur 7).

Het is echter niet mogelijk om het energieverbruik te voorspellen uit de gegevens van de bewegingsmeter: de curven zijn weliswaar gelijksoortig doch meer kan daarover niet gezegd worden doordat het aantal proefpersonen slechts gering is en de relaties tussen energieverbruik en snelheden voor elk der activiteiten en voor elk van de deelnemende proefpersonen vastgelegd zouden moeten worden.

Wél mag echter uit genoemde overeenkomst in tendensen de conclusie worden getrokken dat de bewegingsmeter in staat blijkt te zijn om in zeer redelijke mate inzicht te verstrekken omtrent verschillen in niveau van energieverbruik van de drager bij eenzelfde activiteit.

Gezien het feit dat de meter deze bevredigende resultaten heeft kunnen leveren tijdens deze kortdurende perioden van lichamelijke



Figuur 7. Ter vergelijking met de bewegingsmetergrafieken van de figuren 5 en 6 werd bovenstaande afbeelding welwillend beschikbaar gesteld door het Laboratorium voor Fysiologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Afgeleide algemene formules voor het verband tussen energieverbruik (\dot{E} in kcal. 10^3 /kg.min) en snelheid (in km/uur) tijdens wandelen, fietsen en hardlopen.

wandelen: $\dot{E} = 16,32 + 1,93v^2$

fietsen : $\dot{E} = 57,2 - 4,67v + 0,0131v^2$

hardlopen: $\dot{E} = 23,74 + 15,53v$

inspanning, mag dat dan ook alleszins aanwezig worden geacht bij de metingen op lange termijn, zoals toen de uitkomsten werden genoteerd na het dragen gedurende de drie etmalen (donderdag, vrijdag en zaterdag), die voor de doorsnee scholier geacht mogen worden representatief te zijn voor het gehele weekpatroon.

HOOFDSTUK III

Onderzoekresultaten

Opzet van het onderzoek.

Na het in Hoofdstuk I beschreven oriënterend onderzoek werd besloten om het definitieve onderzoek op groter schaal en met verfijnde methodes op te zetten. Gekozen werd voor vier categorieën van elk vijftig medewerkers, t.w. adipeuse en niet-adipeuse jongens en meisjes, leerlingen van Lagere Scholen, in leeftijd variërend tussen zes en twaalf jaar.

Om de bewegingshoeveelheden van deze aantallen te kunnen meten werden twintig nieuwe en onderling gelijke meters gereedgemaakt, waarbij dezelfde procedure werd gevolgd als bij het tweetal meters voor het oriënterend onderzoek.

Voor selectie van de scholieren moest allereerst een criterium voor de mate van adipositas worden vastgesteld. Bij het gebruikelijke periodiek geneeskundig onderzoek op scholen wordt normaliter slechts gebruik gemaakt van lichaamsgewicht en lichaamslengte ter beoordeling van overgewicht. Deze methode geeft echter niet aan of een te groot lichaamsgewicht moet worden toegeschreven aan adipositas, musculaire hypertrofie, vochtretentie dan wel andere factoren met betrekking tot lichaamssamenstelling. Als voorbereiding op het te verrichten onderzoek werden dan ook met ingang van 1973 systematisch bij alle scholieren in het betreffende rayon huidplooiingen verricht met een daarvoor aangeschafte Holtain-skinfoldcaliper. Al deze metingen werden door éénzelfde persoon verricht, mede naar aanleiding van de studies van Burkinshaw,

Jones en Krupowicz (1973), Womersley en Durnin (1973) en Ruiz, Colley en Hamilton (1971), die aanzienlijke verschillen van de meetresultaten moesten vaststellen toen meerdere onderzoekers met dezelfde meetapparatuur metingen hadden verricht.

De huidploidikten werden gemeten en vervolgens genoteerd op de leerlingkaarten, voor de vier bekende localisaties, t.w. ter plaatse van de musculus triceps, de musculus biceps, de angulus inferior scapulae en de spina iliaca anterior superior.

Nadat deze metingen een aantal jaren verricht waren was het verleidelijk om deze gegevens eerst statistisch te laten bewerken om daarna op basis van percentielgrenzen de medewerkers voor het onderzoek te selecteren. Ook zouden deze gegevens dan vergeleken hebben kunnen worden met de gegevens van Amerikaanse kinderen uit die leeftijdscategorie, welke beschreven werden door het National Center for Health Statistics (National Health Survey) in 1972, ofwel met die van andere recente Nederlandse of West-Europese groeistudies. Praktische overwegingen hebben er echter toe geleid dat een andere selectie-procedure werd gevolgd op grond van de volgende motieven.

Het kwam er op neer om voor dit onderzoek de medewerking te verkrijgen van een 200-tal scholieren, verdeeld in vier categorieën met een vergelijkbare leeftijd en spreiding, van adipeuse en niet-adipeuse jongens en meisjes. Alhoewel het correct zou zijn om voor de selectie van adipeusen en niet-adipeusen percentielgrenzen van het beschikbare materiaal van enkele duizenden te berekenen, is toch gekozen voor een meer praktische procedure, de ervaring in aanmerking nemende dat in de frequentieverdeling van het beschikbare materiaal een som van huidploidikten van minder dan 17 of 18 mm slechts sporadisch wordt aangetroffen. Daarentegen kan bij de hoge waarden een populatie nauwelijks groot genoeg worden gekozen.

De keuze viel derhalve op het formeren van vier groepen met een som van huidploidikten van 20 mm of minder voor de niet-adipeusen en anderzijds 40 mm of meer voor de adipeusen. Bij het periodiek geneeskundig onderzoek, dat systematisch op de desbetreffende scholen wordt verricht, werden de in aanmerking komende leerlingen, naar leeftijd in jaren en maanden genoteerd in een "raster", waarbij per maandklasse een aantal van drie personen als maximum werd gesteld (Bijlage I abcd).

Uitwerking van het onderzoek.

Overeenkomstig het voorgenomen plan ging het onderzoek in 1976 van start en op 4, 5 en 6 maart werden de eerste meters gedragen. Evenals bij het oriënterend onderzoek zou dit steeds op donderdag, vrijdag en zaterdag het geval zijn.

Ook bij het definitieve onderzoek was er nauwelijks sprake van gebrek aan medewerking. Meestentijds werd deze zelfs aangeboden zodra gemerkt werd dat vriendjes of vriendinnetjes een meter droegen.

Elke meter werd in een dichtgesmolten plastic zakje verpakt in een plat doch stevig plastic doosje, dat daarna werd verzegeld. Met behulp van een plat elastieken bandje en een verstelbare knoop kon dit steeds gemakkelijk worden bevestigd.

Het dichtgesmolten zakje van zacht plastic diende om vochttoetreding te voorkomen, hetgeen bij zwemmen niet denkbeeldig zou zijn, terwijl het steviger doosje van hard plastic een tweeledige functie vervulde. Enerzijds vormde dit een bescherming tegen mechanische beschadiging en anderzijds voorkwam het dat de drager spelenderwijs verkeerd gebruik zou maken van die interessant snel ronddraaiende wijzertjes. Tijdens het routinematig schoolonderzoek was bij de selectie reeds een en ander met de scholier en diens moeder besproken en na instemming tot medewerking was toegezegd dat het apparaat op een of andere donderdagmorgen op school zou worden uitgereikt, waarbij er dan op zou worden toegezien dat het correct aan het linker bovenbeen zou worden bevestigd. Op het moment van uitreiking werd bovendien nog een gestencilde instructie medegegeven voor de ouders met een herhaling van het eerder besprokene.

Het apparaat diende bevestigd te blijven tot zaterdagavond. Dan moest het worden afgenomen en opgeborgen tot zondagavond, wanneer het dan weer op dezelfde tijd en op dezelfde wijze moest worden aangebracht. Vervolgens werd het op maandagmorgen in school weer losgemaakt en in ontvangst genomen. Op deze wijze werd het apparaat, met uitschakeling van de zondag, in totaal toch $4 - 1 = 3$ etmalen aan het been gedragen, waarbij de activiteiten tijdens donderdag, vrijdag en zaterdag toch in rekening waren gebracht.

Betreffende de methodiek, die gevolgd werd om het voedingspatroon te noteren, werd gekozen voor een voedingsenquête door ondervraging volgens de "dietary-history"-methode, d.w.z. het noteren van het habituele voedingspatroon. Voor dit doel zou hiervan

beter resultaat kunnen worden verwacht dan van de "24-hours recall"-methode, waarbij toevaltreffers een grotere rol kunnen gaan spelen. De verkregen gegevens werden met behulp van voedingsmiddelentabellen bewerkt, waardoor uit schattingen van de hoeveelheden geconsumeerde voedingsmiddelen de energetische waarde kon worden benaderd.

Bij het invullen van de rastervakken bleek reeds spoedig dat een gelijkmatige leeftijdsverdeling niet gemakkelijk kon worden verkregen.

Nadat voor elk der categorieën vijftig deelnemers waren genoteerd werden deze in volgorde naar leeftijd in tabellen overgenomen (Bijlage 2 en 3).

De bij deze tabellen toegepaste nummering van 1-50 weerspiegelt dan ook de oplopende leeftijden van de deelnemers en niet hun tijdstip van deelneming aan het onderzoek. Dit laatste gegeven komt wél tot uiting in een afzonderlijke tabel, waarin de data zijn vermeld waarop de metingen zijn verricht, o.a. om naderhand eventueel na te kunnen gaan in hoeverre klimatologische- of seizoensinvloeden tijdens het dragen van de meter van invloed kunnen zijn geweest (Bijlage 4).

In het begin was de keuze van medewerkers voor alle groepen gemakkelijk omdat de rastervakken nog vele lege plaatsen vertoonden en alle twintig meters waren dan ook gelijktijdig in gebruik, doch gaandeweg ging het opsporen van medewerkers moeilijker. Nadat de laatste groep als vierentwintigste de apparaten had gedragen op 27, 28 en 29 januari 1977 kon het verzamelen van de gegevens als afgesloten worden beschouwd omdat een nog betere leeftijdsverdeling niet binnen afzienbare tijd kon worden gemaakt.

Ter illustratie tonen de *Bijlagen 1 abcd* de verdeling over de rastervakken, zoals die gedurende het onderzoek geleidelijk is ontstaan. Van elk der deelnemers staat naast het volgnummer de som van vier huidplooidikten (mm) vermeld.

Voor de subgroepen werd steeds dezelfde volgorde aangehouden: adipeuse jongens, adipeuse meisjes, niet-adipeuse jongens, niet adipeuse meisjes.

In de *Bijlagen 2 abcd* staan de meetresultaten vermeld betreffende het lichaamsgewicht (kg), de lichaamslengte (m), de gespecificeerde waarden en som van huidplooidikten (mm) en de bewegingseenheden (E). Bovendien werd daarbij het codenummer van de school en het

volgnummer van de groep vermeld.

De *Bijlagen 3 abcd* geven de geschatte energetische waarden van de voeding en die van de macronutriënten aan in absolute zowel als in relatieve zin. In verband hiermede werd het lichaamsgewicht in deze tabel nogmaals weergegeven.

De *Bijlage 4* vermeldt de data van de bewegingsmetingen der vierentwintig groepen om, zoals boven reeds werd vermeld, eventueel verband te kunnen zoeken met klimatologische- of seizoensinvloeden.

Bewerking en beschouwing van de resultaten.

Bij eerste beschouwing van het leeftijdsraster (*Bijlage 1 abcd*) valt het op dat in de lagere leeftijdsklassen minder deelnemers konden worden opgenomen dan in de hogere. Omdat normaliter huidplooidikten in het leeftijdstraject 6-12 jaar enigermate toenemen met de leeftijd, zullen derhalve bij 6-7-jarige leerlingen wel huidplooidikten voorkomen van minder dan 40 mm alhoewel toch reeds van een flinke mate van adipositas kan worden gesproken.

Voor statistische bewerking werden de volgende vier aanduidingen ingevoerd:

A voor de adipeuse jongens,

B voor de adipeuse meisjes,

C voor de niet-adipeuse jongens,

D voor de niet-adipeuse meisjes.

Het blijkt dat de gemiddelde leeftijden voor de groepen duidelijk verschillen:

Tabel 3

Groep	Leeftijd in maanden	S.d.	\bar{Sx}
A	127,9 (ca. 10,6 jaar)	17,3	2,44
B	121,5 (ca. 10,1 jaar)	17,4	2,46
C	117,9 (ca. 9,8 jaar)	21,7	3,08
D	109,3 (ca. 9,1 jaar)	16,0	2,26

De niet-adipeuse groepen zijn gemiddeld circa een jaar jonger dan de adipeuse groepen. De verschillen voor leeftijdsgemiddelden van de groepen zijn in drie gevallen significant ($P < 0,05$) tot sterk significant ($P < 0,001$):

Tabel 4

	<u>Leeftijdsverschil</u>	<u>t-waarde</u>	<u>significantie</u>
jongens	A en C	-2,55	$P < 0,05$
meisjes	B en D	-3,64	$P < 0,001$
adipeusen	A en B	-1,85	niet-significant
niet-adipeusen	C en D	-2,24	$P < 0,05$

Omdat binnen het gegeven leeftijdstraject lengte en gewicht in elk geval leeftijds-afhankelijk zijn en derhalve kilocalorieën waarschijnlijk ook, dient correctie plaats te vinden voor eenzelfde gemiddelde leeftijd van de vier groepen.

De lineaire regressie op leeftijd van de in dit onderzoek belangrijkste variabelen werd berekend voor lengte, gewicht, kilocalorieën en bewegingseenheden.

In tabel 4 staan voor iedere groep de correlatie-coëfficiënten en regressievergelijkingen voor lengte, gewicht, kilocalorieën en bewegingseenheden (y) op leeftijd (x) vermeld.

De correlatie-coëfficiënten voor lengte en gewicht met leeftijd blijken significant en positief ($r = 0,70$ tot $0,85$) te zijn, maar niet die voor kilocalorieën en bewegingseenheden met de leeftijd ($r =$ plus of min $0,15$ tot $0,30$ of lager).

Voor correcte vergelijking van de meetgegevens van de groepen A en B of C en D, resp. A en C of B en D dienen de variabelen aan de hand van de in tabel 2 vermelde regressievergelijkingen gecorrigeerd te worden op eenzelfde gemiddelde leeftijd, in dit geval 120 maanden, weer-gegeven in tabel 5.

Tabel 5

Correlatie-coëfficiënten en regressievergelijkingen voor lengte, gewicht, kcal en bewegings-eenheden op leeftijd voor groepen A, B, C en D.

			correlatie- coëfficiënt r	regressievergelijking $y = a + bx$ en y' voor $x = 120$ maanden
A	leeftijd (x) (gem. 127,9 mnd)	vs lengte (y) (gem. 148,1 cm)	0,77	$y' = 99,1 + 0,38x$ = 144,7 cm
	id.	vs gewicht (y) (gem. 42,7 kg)	0,69	$y' = 7,3 + 0,27x$ = 39,7 kg
	id.	vs kcal (y) (gem. 2022 kcal)	0,22 (n.s.)	$y' = 1308 + 5,6x$ = 1980 kcal
	id.	vs bew. eenheden (y) (gem. 71,4)	0,23 (n.s.)	$y' = 6,8 + 0,5x$ = 66,8 bew. eenh.
B	leeftijd (x) (gem. 121,5 mnd)	vs lengte (y) (gem. 145,7 cm)	0,76	$y' = 93,8 + 0,42x$ = 144,2 cm
	id.	vs gewicht (y) (gem. 41,8 kg)	0,72	$y' = -3,1 + 0,37x$ = 41,3 kg
	id.	vs kcal (y) (gem. 1786 kcal)	0,29 (n.s.)	$y' = 1061 + 5,97x$ = 1777 kcal
	id.	vs bew. eenheden (y) (gem. 65,2)	- 0,03 (n.s.)	$y' = 69 - 0,04x$ = 64,2 bew. eenh.
C	leeftijd (x) (gem. 117,9 mnd)	vs lengte (y) (gem. 142 cm)	0,85	$y' = 91,3 + 0,43x$ = 142,9 cm
	id.	vs gewicht (y) (gem. 30,1 kg)	0,76	$y' = 4,2 + 0,22x$ = 30,6 kg
	id.	vs kcal (y) (gem. 2093 kcal)	0,14 (n.s.)	$y' = 1748 + 2,93x$ = 2099 kcal
	id.	vs bew. eenheden (y) (gem. 97,24)	0,20 (n.s.)	$y' = 146,7 - 0,42x$ = 96,3 bew. eenh.
D	leeftijd (x) (gem. 109,3 mnd)	vs lengte (y) (gem. 135,2 cm)	0,75	$y' = 76,2 + 0,54x$ = 141,0 cm
	id.	vs gewicht (y) (gem. 26,2 kg)	0,77	$y' = 2,2 + 0,26x$ = 29,0 kg
	id.	vs kcal (y) (gem. 1921 kcal)	0,15 (n.s.)	$y' = 1528 + 3,59x$ = 1959 kcal
	id.	vs bew. eenheden (y) (gem. 73,6)	-0,14 (n.s.)	$y' = 100,9 - 0,25x$ = 70,9 bew. eenh.

Tabel 6

Gemiddelden en standaarddeviaties van de meetgegevens voor groepen A, B, C en D, gecorrigeerd op leeftijd 10 jaar.

	A	B	C	D
Lengte (cm)	144,7	144,2	142,9	141,0
S.d.	8,6	9,7	11,1	11,4
$S\bar{x}$	1,2	1,4	1,6	1,6
Gewicht (kg)	39,7	41,3	30,6	29,0
S.d.	6,8	8,9	6,3	5,3
$S\bar{x}$	1,0	1,3	1,0	0,8
Kilocalorieën (kcal)	1980	1777	2099	1959
S.d.	520	354	450	388
$S\bar{x}$	74	50	64	55
Kcal/kg	49,9	43,0	68,6	67,5
S.d.	14,3	12,3	19,7	23,2
$S\bar{x}$	2,02	1,75	2,65	3,27
Bewegingseenh. (E)	66,8	64,2	96,3	70,9
S.d.	37,2	19,6	45,8	28,3
$S\bar{x}$	5,3	2,8	6,5	4,0

Significantie van de verschillen.

Voor de gecorrigeerde gemiddelden van lengte, gewicht, kilocalorieën, kcal/kg en bewegingseenheden werd de significantie der verschillen berekend met de t-toets (Tabel 7):

Voor *lengte* zijn de verschillen van de gecorrigeerde gemiddelden dus voor geen van de vier groepen statistisch significant.

In absolute waarden is het echter toch interessant te zien dat de adipeuse jongens (144,7 cm) iets langer zijn dan de niet-adipeuse (142,9 cm), hetgeen eveneens geldt voor de meisjes (144,2 cm en 141,0 cm). Hieruit komt naar voren dat adipeusen in hun vroege kinderjaren in het algemeen sneller groeien dan niet-adipeusen.

Voor *gewicht* zijn de gecorrigeerde gemiddelden sterk significant verschillend voor de adipeuse en niet-adipeuse groepen, maar niet voor jongens en meisjes in ieder van deze groepen.

Tabel 7

t-waarde voor de verschillen	A en C	B en D	A en B	C en D
Lengte	- 0,91	- 1,50	- 0,27	- 0,84
significantie	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Gewicht	- 6,91	- 8,39	1,01	- 1,36
significantie	P < 0,001	P < 0,001	n.s.	n.s.
Kilocalorieën per 24 uur	1,22	2,45	- 2,28	- 1,66
significantie	n.s.	P < 0,05	P < 0,05	n.s.
Kcal/kg	5,61	6,60	- 2,58	0,26
significantie	P < 0,001	P < 0,001	P < 0,01	n.s.
Bewegingseenheden	3,53	1,37	- 0,43	- 3,33
significantie	P < 0,001	n.s.	n.s.	P < 0,001

Voor de *energie-opname uit voeding* zijn de gemiddelden niet-significant verschillend voor adipeuse en niet-adipeuse jongens en zwak-significant verschillend voor adipeuse en niet-adipeuse meisjes.

Ten aanzien van de *energie-opname per kilogram lichaamsgewicht* echter verschillen de gemiddelden bij adipeuse en niet-adipeuse jongens en meisjes sterk significant. Ook is het verschil tussen adipeuse jongens en meisjes significant, maar niet dat tussen niet-adipeuse jongens en meisjes.

Voor *beweging* zijn slechts significant verschillend de gemiddelden van adipeuse en niet-adipeuse jongens, maar dit geldt niet voor idem meisjes.

Adipeuse jongens en meisjes verschillen ten aanzien van hun bewegingspatroon niet-significant maar de niet-adipeuse jongens en meisjes wel.

Op grond van deze bevindingen is het verschil in bewegingspatroon tussen adipeusen en niet-adipeusen dus niet algemeen geldend. In dit materiaal geldt het wel voor de jongens maar niet voor de meisjes. Het aantal bewegingseenheden verschilt niet voor adipeuse jongens en meisjes onderling, maar wel voor niet-adipeusen.

Het bewegingspatroon.

Vraagstelling 2 luidde: is het bewegingspatroon van dikke kinderen anders dan dat van hun niet-dikke leeftijdgenoten?

Voor beantwoording hanteren wij de op leeftijd gecorrigeerde gemiddelden van bewegingshoeveelheden voor ieder van de groepen:

Adipeuse jongens 66,8 (N = 50)

Adipeuse meisjes 64,2 (N = 50)

Niet-adipeuse jongens 96,3 (N = 50)

Niet-adipeuse meisjes 70,9 (N = 50)

De verhouding van adipeusen en niet-adipeusen bedraagt voor jongens 0,7 of als reciproke waarde 1,4. Voor de meisjes is dit 0,9 resp. 1,1.

De verhouding tussen jongens en meisjes bedraagt bij de adipeusen 1,04, uitgedrukt als reciproke 0,96 en voor niet-adipeusen 1,35 resp. 0,73.

Het bewegingspatroon van adipeuse jongens en meisjes onderling verschilt derhalve niet significant, doch dat van niet-adipeuse jongens en meisjes wel.

Tevens komt uit dit materiaal de indicatie naar voren dat het verschil in bewegingshoeveelheid bij jongens duidelijker optreedt dan bij meisjes.

Verband tussen bewegings- en voedingspatroon.

Ter beantwoording van vraagstelling 3 zou worden getracht om een eventueel bestaand verband aan te tonen tussen de hoeveelheid lichaamsbeweging enerzijds en het voedingspatroon anderzijds.

Hiertoe werden in een grafiek op abcis en ordinaat deze grootheden tegen elkaar uitgezet (Figuur 8). Voor de bewegingseenheden werden classificaties gekozen die met 25 oplopen.

Onder vermelding van de aantallen per klasse voor jongens en meisjes werden ook de gemiddelden van de bijbehorende energie-opnamen uit voeding berekend (Tabel 8).

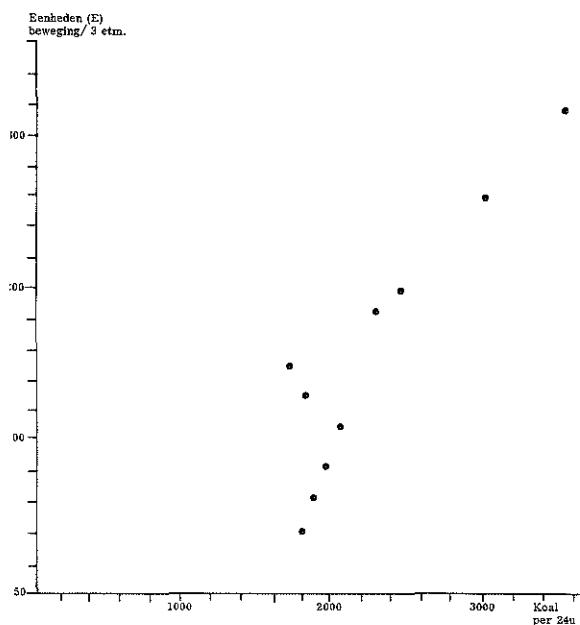
Tabel 8

Gemiddelde bewegingshoeveelheden en energie-opnamen uit voeding, naar oplopende klassen van activiteit voor 100 jongens en 100 meisjes.

Klasse	Bewegingshoeveelheid				Energie-opname uit voeding	
	Totalen		N	=	Gem.	Kcal.
	j	m				
	j	m	j	m		Spreiding
0- 24					—	—
25- 49	(655 + 729)		(16 + 18)	=	41	1841
50- 74	(2112 + 3014)		(33 + 49)	=	63	1923
75- 99	(2014 + 2117)		(24 + 24)	=	86	1998
100-124	(2157 + 770)		(19 + 7)	=	113	2017
125-149	(543 + 127)		(4 + 1)	=	134	1857
150-174	(151 + 0)		(1 + 0)	=	151	1785
175-199	(0 + 188)		(0 + 1)	=	188	2294
200-224	(206 + 0)		(1 + 0)	=	206	2481
225-249				=	—	—
250-274	(266 + 0)		(1 + 0)	=	266	3078
275-299					—	—
300-324					—	—
325-349	(331 + 0)		(1 + 0)	=	331	3593

De figuur geeft een aanduiding dat boven een bepaald bewegingsminimum van omstreeks 150 E een bijna lineair verband lijkt te bestaan met de energie-opname. Deze bevinding werd ook bij het oriënterend onderzoek waargenomen. Beneden dit minimum van bewegingshoeveelheid is een tendens tot toename van de energie-opname uit voeding eveneens te zien, doch met een scherpe knik keert de curve dan weer terug wanneer de bewegingshoeveelheden zéér gering worden, d.w.z. bij plm. 100 E.

Bij splitsing van de gegevens in die van jongens en meisjes (tabellen 9a en b) blijkt dat de uit figuur 8 gesignaleerde tendens vooral veroorzaakt wordt door de bevinding bij jongens (Figuren 9a en b).



Figuur 8. Grafische voorstelling van het verband tussen lichaamsbeweging en de energieopname uit voeding van 100 jongens + 100 meisjes. (Gemiddelden per oplopende klasse van bewegingshoeveelheden.)

Tabel 9a

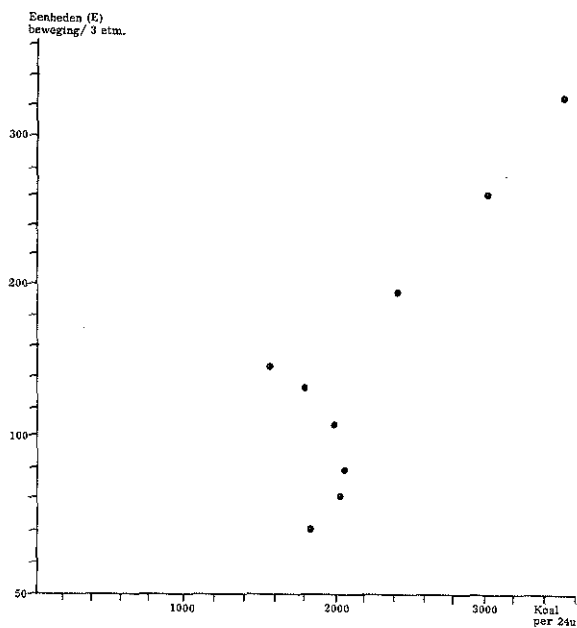
Gemiddelde bewegingshoeveelheden en energie-opnamen uit voeding, naar oplopende klassen van activiteit voor 100 jongens

Klasse	Bewegingshoeveelheid			Energie-opname uit voeding	
	Totalen	N	Gem.	Kcal.	Spreiding
0- 24			—	—	—
25- 49	655	16	41	1864	1233-3058
50- 74	2112	33	64	2080	1297-2828
75- 99	2014	24	84	2094	1537-2927
100-124	2157	19	114	2040	1302-2803
125-149	543	4	136	1843	1564-1969
150-174	151	1	151	1785	—
175-199			—	—	—
200-224	206	1	206	2481	—
225-249			—	—	—
250-274	266	1	266	—	—
275-299			—	—	—
300-324			—	—	—
325-349	331	1	331	3593	—

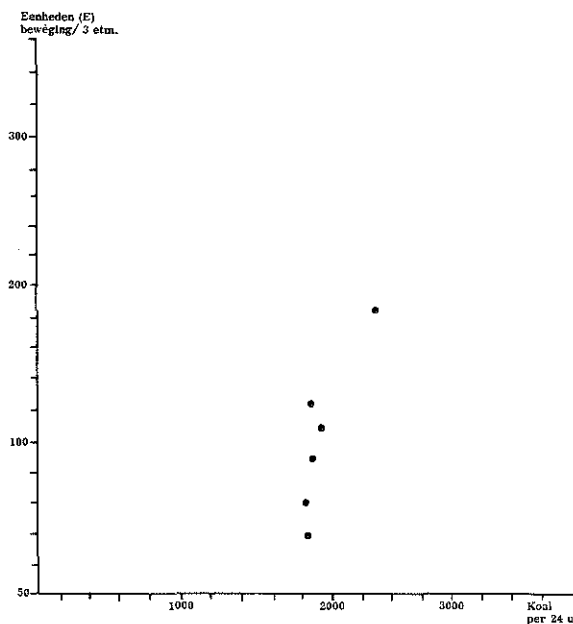
Tabel 9b

Gemiddelde bewegingshoeveelheden en energie-opnamen uit voeding, naar oplopende klassen van activiteit voor 100 meisjes

Klasse	Totalen	N	Gem.	Kcal	Spreiding
0- 24			—	—	—
25- 49	729	18	41	1821	1202-2456
50- 74	3014	49	62	1817	1105-2676
75- 99	2117	24	88	1902	1238-2509
100-124	770	7	110	1955	1451-2402
125-149	127	1	127	1915	—
150-174			—	—	—
175-199	188	1	188	2294	—



Figuur 9a. Grafische voorstelling van het verband tussen lichaamsbeweging en de energie-opname uit voeding van 100 jongens. (Gemiddelden per oplopende klasse van bewegingshoeveelheden.)



Figuur 9b. Grafische voorstelling van het verband tussen lichaamsbeweging en de energie-opname uit voeding van 100 meisjes. (Gemiddelden per oplopende klasse van bewegingshoeveelheden.)

Omdat het schijnbaar aantoonbaar lineair verband tussen de hoogste activiteitsklassen en de energie-opname uit voeding slechts wordt bepaald door één waarneming per klasse van bewegingshoeveelheid, waarbij bovendien de adipeusen en niet-adipeusen tezamen zijn beschouwd als één populatie, waaraan in feite de middengroep ontbreekt, werd het verband op andere wijze nader bestudeerd voor elk van de vier groepen A, B, C en D afzonderlijk.

Voor elk van de vijftig adipeuse en niet-adipeuse jongens en meisjes werden decielgroepen geformeerd van elk vijf personen op basis van de frequentieverdeling van bewegingshoeveelheden. De gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden voor bewegingshoeveelheden en bijbehorende energie-opnamen uit voeding werden voor iedere deciel berekend en gecorrigeerd voor een gemiddelde leeftijd van 120 maanden, omdat, zoals eerder werd opgemerkt, beide variabelen op dit leeftijdstraject, al zij het in geringe mate, leeftijdsafhankelijk zijn. De resultaten van deze berekeningen worden vermeld in de tabellen 10a, b, c, d en grafisch weergegeven in de figuren 10 a, b, c, d.

Tabel 10a

Gemiddelden voor bewegingseenheden per deciel en hun voortschrijdende gemiddelden met de daarop corresponderende gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden van energie-opname uit voeding, gecorrigeerd op een gemiddelde leeftijd van 120 maanden. Daarnaast staan vermeld de gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden van de bijbehorende sommen der vier huidploidikten, in absolute eenheden en in log-units.

Adipeuse jongens

Deciel	Bew. eenh./3 etmalen		Kilocalorieën/24 uur		Som van 4 huidploidikten in mm		
	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	In log-units
1.	28,0		2074		47		
2.	35,8	31,9	1650	1862	55	51	269
3.	48,8	42,3	2049	1850	45	50	268
4.	59,3	54,1	2209	2129	51	48	266
5.	64,0	61,7	2013	2111	53	52	270
6.	65,9	65,0	1759	1886	47	50	268
7.	65,6	65,8	1904	1832	55	51	269
8.	79,3	72,5	2021	1963	45	50	268
9.	86,0	82,7	1906	1964	56	51	269
10.	142,8	114,4	2197	2052	44	50	268

Nog steeds met inachtneming van de voorzichtigheidsrestricties die voor beantwoording van vraagstelling 3 dienen te worden gehandhaafd, kan nu toch wel worden geconstateerd dat zowel voor de adipeuse jongens als voor de adipeuse meisjes de trend uit de vorige grafieken van alle jongens en alle meisjes (figuren 8 en 9) naar voren komt, dat wil zeggen dat er een sterke aanduiding lijkt te bestaan voor een lineair verband tussen toenemende beweging en energie-opname vanaf 60-70 eenheden bewegingshoeveelheid (figuren 10a en b), terwijl eenzelfde maar veel geringere tendens bij de niet-adipeuse jongens en meisjes lijkt te worden aangetroffen vanaf 80-100 bewegingseenheden (figuren 10c en d).

In elk der curven gaat beneden deze bewegingsminima de energielijn aanvankelijk omhoog, hetgeen in overeenstemming lijkt met de eerder

Tabel 10b

Gemiddelden voor bewegingseenheden per deciel en hun voortschrijdende gemiddelden met de daarop corresponderende gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden van energie-opname uit voeding, gecorrigeerd op een gemiddelde leeftijd van 120 maanden. Daarnaast staan vermeld de gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden van de bijbehorende sommen der vier huidplooidikten, in absolute eenheden en in log-units.

Adipeuse meisjes

Deciel	Bew. eenh./3 etmalen		Kilocalorieën/24 uur		Som van 4 huidplooidikten in mm		
	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	In log-units
1.	38,0		1900		65		
		43,1		1864		59	276
2.	48,2		1827		53		
		50,0		1719		50	268
3.	51,7		1611		47		
		53,0		1715		55	273
4.	54,2		1818		63		
		56,1		1710		60,5	276
5.	57,9		1602		58		
		60,9		1611		56	273
6.	63,8		1619		54		
		66,5		1709		52	270
7.	69,1		1798		50		
		74,3		1712		53,5	271
8.	79,4		1625		57		
		83,5		1801		55	273
9.	87,5		1977		53		
		95,9		1996		54	272
10.	104,3		2014		55		

genoemde bevindingen van Mayer bij volwassenen, gerangschikt naar activiteit op basis van beroepsgroepen (fig 1), maar bij deze kinderen wordt bij zéér geringe hoeveelheid lichaamsbeweging de voedselopname weer geringer.

Enig verband, zo dit al aanwezig zou zijn bij veel lichaamsbeweging, is beneden genoemde bewegingsminima niet te bespeuren.

In de tabellen 10a, b, c, d staan naast de gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden van bewegingshoeveelheid en energie-opname uit voeding eveneens de waarden vermeld van gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden van de hierop corresponderende sommen van vier huidplooidikten. Het bleek niet noodzakelijk te zijn om ook deze op een gemiddelde leeftijd te corrigeren, doch voor correcte vergelijking aan de hand van de grafische weergaven in de

Tabel 10c

Gemiddelden voor bewegingseenheden per deciel en hun voortschrijdende gemiddelden met de daarop corresponderende gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden van energie-opname uit voeding, gecorrigeerd op een gemiddelde leeftijd van 120 maanden. Daarnaast staan vermeld de gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden van de bijbehorende sommen der vier huidploidikten, in absolute eenheden en in log-units.

Niet-adipeuse jongens

Deciel	Bew. eenh./3 etmalen		Kilocalorieën/24 uur		Som van 4 huidploidikten in mm		
	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	In log-units
1.	54.4		1779		16		
		61.0		1918		17	218
2.	67.5		2057		18		
		71.7		2101		18	221
3.	75.8		2145		18		
		73.5		2117		18	221
4.	71.1		2089		18		
		78.7		2129		17.5	219
5.	86.3		2168		17		
		88.0		2144		17.5	219
6.	89.6		2119		18		
		98.8		2054		18	221
7.	107.9		1989		18		
		105.7		2070		18	221
8.	103.4		2151		18		
		109.3		2175		18.5	222
9.	115.2		2198		19		
		153.1		2249		18.5	222
10.	191.0		2299		18		

figuren 10a, b, c, d was het gewenst om de voortschrijdende gemiddelden in log-units weer te geven. Daarbij werd gebruik gemaakt van de voor log-transformatie van de gemeten huidploidikten berekende formule van Edwards c.s. (1955):

$$\text{Aantal log-units voor } x \text{ mm} = 100 \log_{10} (10x - 18).$$

Behalve het zoëven bestudeerde verband tussen hoeveelheden lichaamsbeweging en energie-opname uit voeding kan nu met betrekking tot de aanwezige vetmassa het volgende worden opgemerkt.

In die gebieden, waar boven de gemeten bewegingsminima de voedselopname toeneemt bij meerdere activiteit, blijft de gemiddelde huidploidikte onveranderd, zowel bij adipeusen als bij niet-adipeusen. Waar de energie-opname beneden dit bewegingsminimum

Tabel 10d

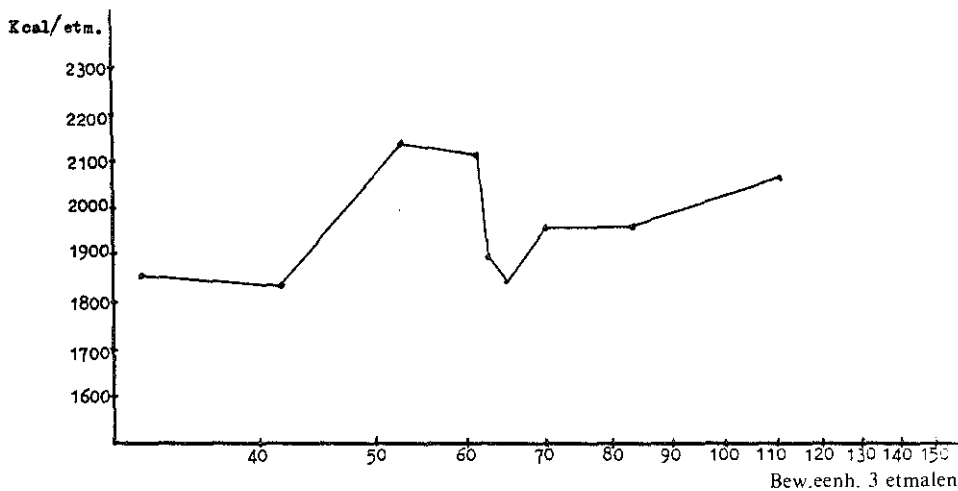
Gemiddelden voor bewegingseenheden per deciel en hun voortschrijdende gemiddelden met de daarop corresponderende gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden van energie-opname uit voeding, gecorrigeerd op een gemiddelde leeftijd van 120 maanden. Daarnaast staan vermeld de gemiddelden en voortschrijdende gemiddelden van de bijbehorende sommen der vier huidplooidikten, in absolute eenheden en in log-units.

Niet-adipese meisjes

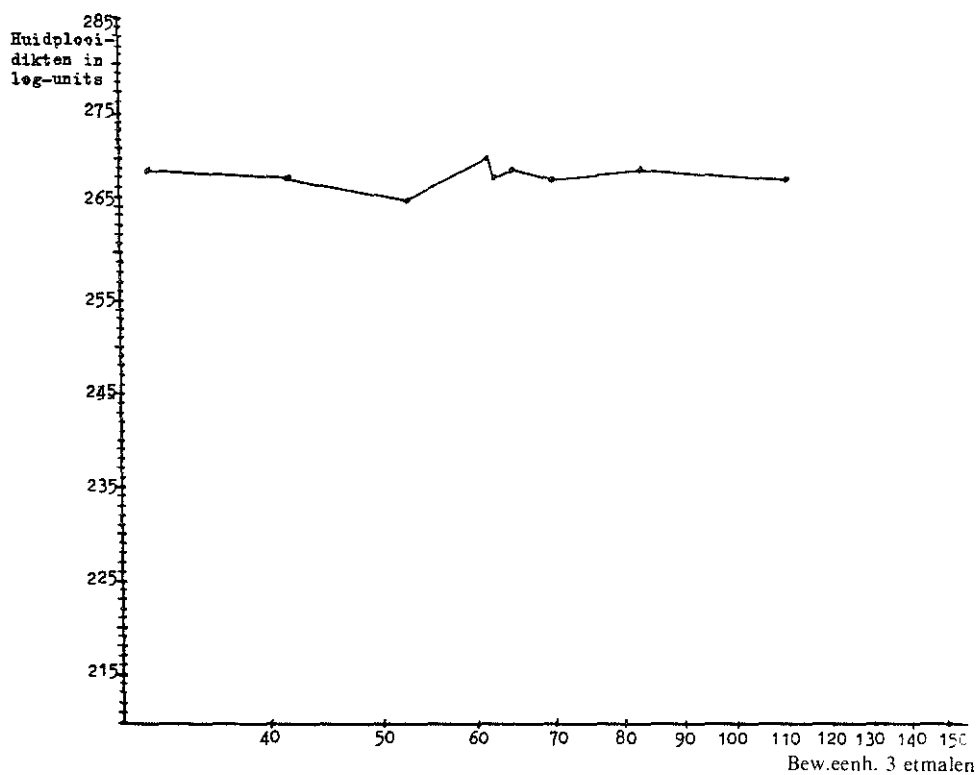
Deciel	Bew. eenh./3 etmalen		Kilocalorieën/24 uur		Som van 4 huidplooidikten in mm		
	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	Gemiddeld	Voortschr. gemiddelde	In log-units
1.	30,5		1717		19		
		38,5		1779		19	224
2.	46,5		1840		19		
		51,5		1891		19,5	225
3.	56,0		1941		20		
		57,1		1863		19	224
4.	58,1		1785		18		
		61,6		1959		18,5	222
5.	65,1		2133		19		
		67,0		2142		18,5	222
6.	68,8		2151		18		
		73,4		2014		18,5	222
7.	77,9		1876		19		
		83,8		1876		19	224
8.	89,7		1875		19		
		91,2		2055		18,5	222
9.	92,7		2234		18		
		109,1		2139		18	221
10.	125,5		2044		18		

aanvankelijk toeneemt, neemt ook de huidplooidikte enigermate toe en neemt niet van betekenis af naarmate de bewegingshoeveelheden nog geringer worden. Met andere woorden lijkt het zo te zijn dat de voedselopname en de stapeling van vetmassa beneden deze bewegingsminima niet meer gereguleerd wordt door lichamelijke activiteit.

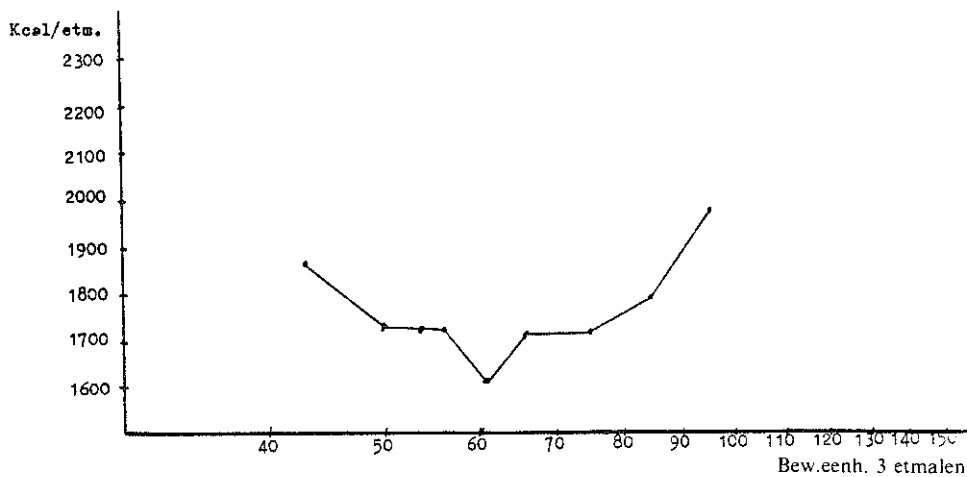
Dat de kinderen op dit traject meer eten dan op grond van hun activiteit zou worden verwacht, en dat dit gepaard gaat met toeneming der vetmassa, zoals de bevindingen van Mayer bij volwassenen suggereren, kan uit onze waarnemingen niet geconcludeerd worden. Wellicht zijn voor deze, door Mayer geconstateerde wetmatigheid, de schattingen van de energie-opname uit de gegevens van de voedingsenquête van ons onderzoek toch niet nauwkeurig genoeg of zijn de waarnemingen te beperkt in aantal.



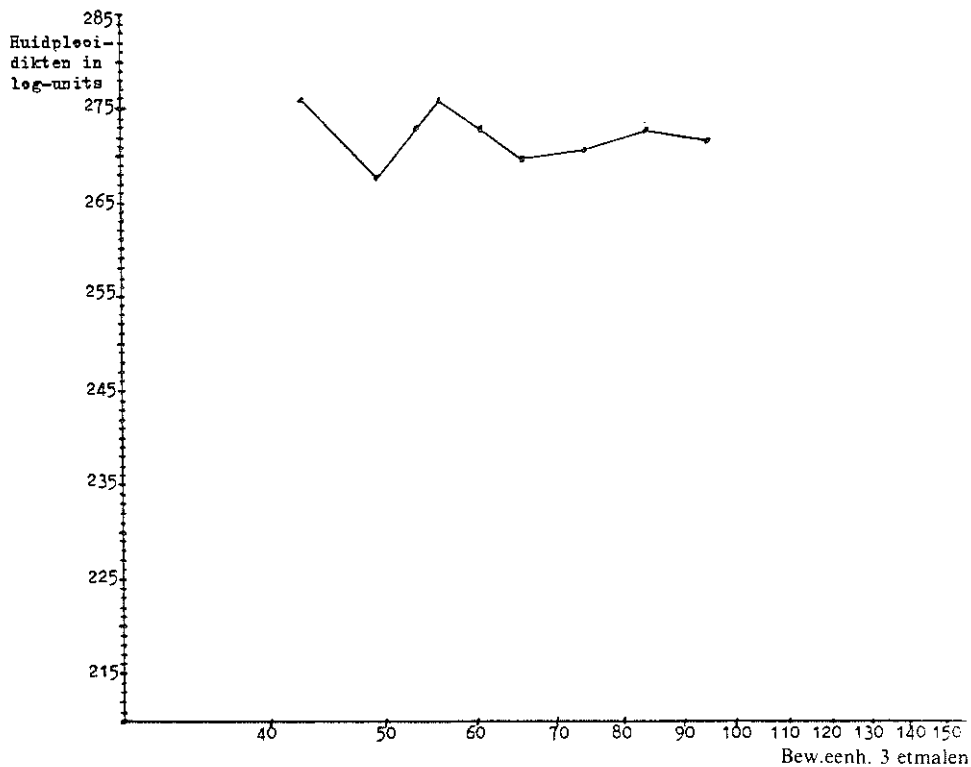
Figuur 10a. Verband tussen lichaamsbeweging en energie-opname uit voeding bij adipeuse jongens.



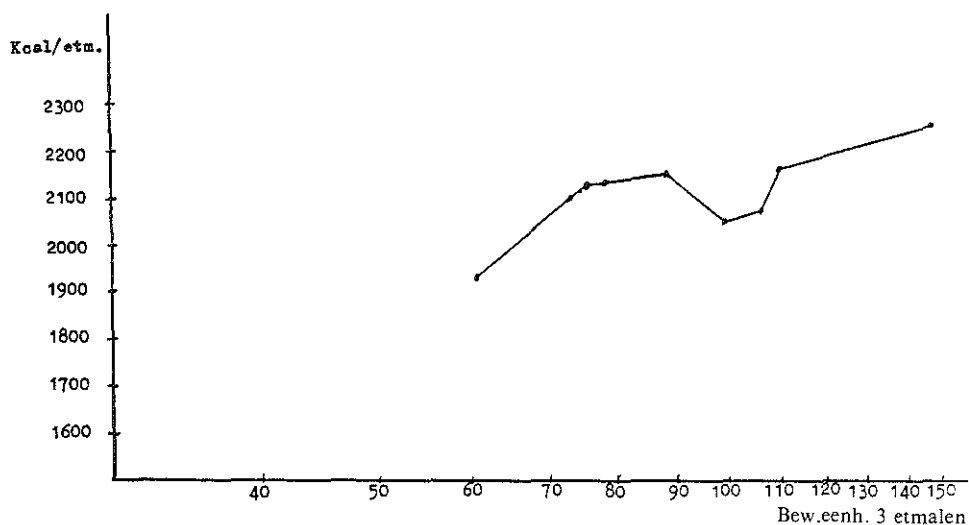
Figuur 11a. Verband tussen lichaamsbeweging en huidploidikten bij adipeuse jongens.



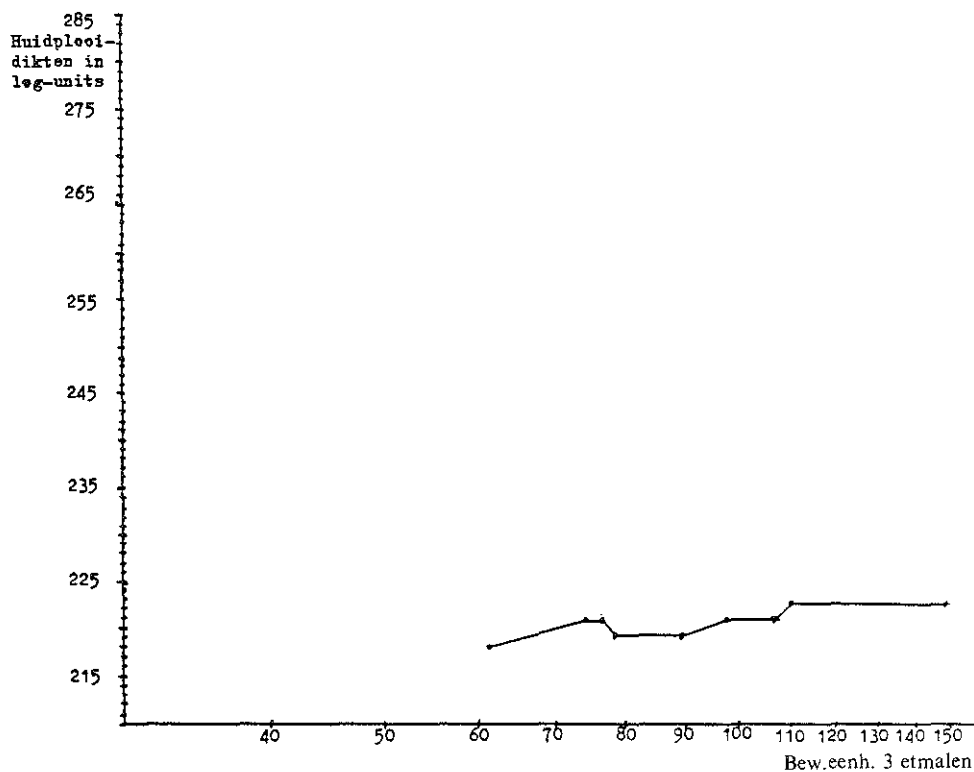
Figuur 10b. Verband tussen lichaamsbeweging en energie-opname uit voeding bij adipeuse meisjes.



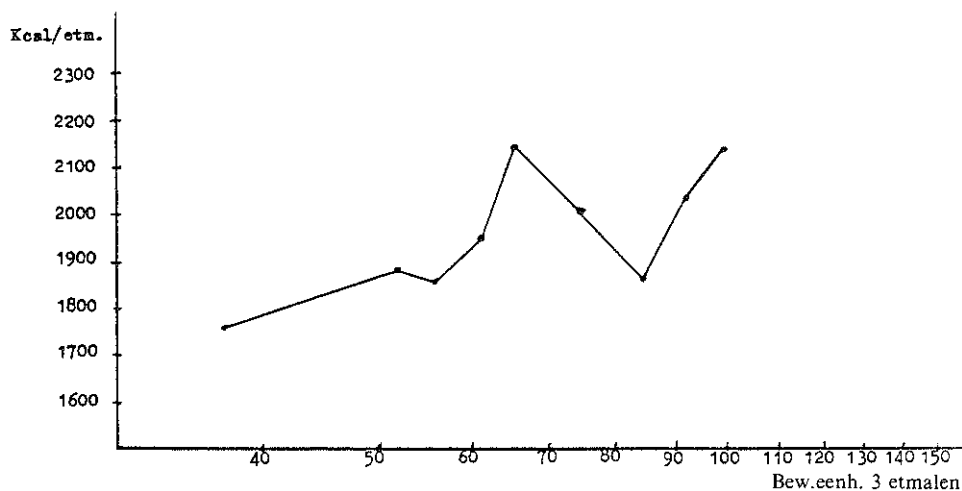
Figuur 11b. Verband tussen lichaamsbeweging en huidploedikten bij adipeuse meisjes.



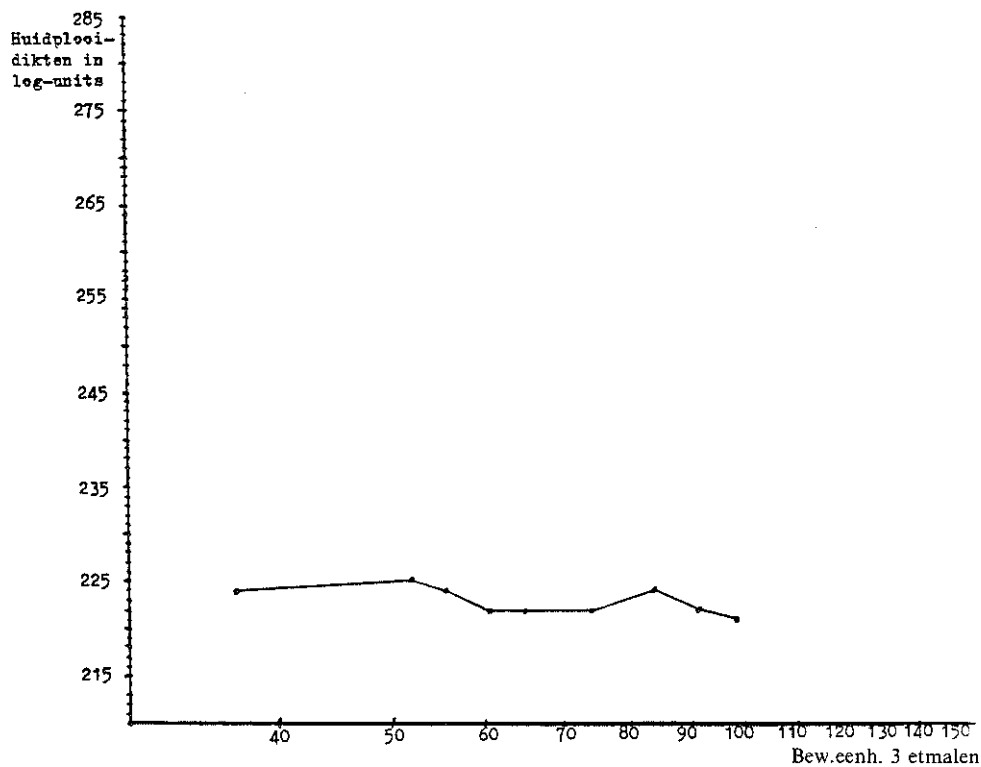
Figuur 10c. Verband tussen lichaamsbeweging en energie-opname uit voeding bij niet-adipeuse jongens.



Figuur 11c. Verband tussens lichaamsbeweging en huidploidikten bij niet-adipeuse jongens.



Figuur 10d. Verband tussen lichaamsbeweging en energie-opname uit voeding bij niet-adipeuse meisjes.



Figuur 11d. Verband tussen lichaamsbeweging en huidploodikten bij niet-adipeuse meisjes.

HOOFDSTUK IV

Conclusies en samenvatting

Uitgangspunt voor dit onderzoek was de vraag of adipeuse scholieren lichamelijk minder activiteit aan de dag leggen dan hun niet-adipeuse leeftijdgenoten. Mede omdat vetzucht op latere leeftijd aanleiding kan zijn tot velerlei gezondheidscomplicaties en het risico tot ontstaan van vetzucht o.a. door lichamelijke activiteit kan worden verminderd, leek een onderzoek naar voedingspatroon en vetmassa als functie van lichamelijke activiteit alleszins waardevol.

Als graadmeter voor de mate van adipositas werden huidplooidikten gemeten met gebruikmaking van een Holtain-skinfoldcaliper ter plaatse van de musculus triceps, de musculus biceps, de angulus inferior scapulae en de spina iliaca anterior superior. Op deze wijze konden vier categorieën van deelnemers worden geselecteerd, met uiterste waarden voor de som van vier huidplooiën, die dikke en niet-dikke jongens en meisjes vertegenwoordigen.

Centraal in dit onderzoek stond de vraag een meetinstrument te ontwerpen dat de onderzoeker in staat stelt op eenvoudige wijze lichaamsbeweging gedurende het normale gedragspatroon van de mens over enige dagen te registreren. Voorts deed zich de vraag voor in hoeverre deze registratie van lichaamsbewegingen ook de energiebesteding aan lichamelijke activiteit zou weerspiegelen. Hiervoor werd uitgegaan van een zelfopwindend dag-datum-polshorloge, waarmee het aantal en de intensiteit van bewegingen in eenheden door wijzerverplaatsing kon worden geregistreerd, nadat dit apparaat door modificatie aan de nieuwe taak was aangepast.

Een drietal vraagstellingen werd geformuleerd:

Vraagstelling 1.

Kan op bovenbedoelde wijze een meetapparaat worden vervaardigd dat in redelijke mate inzicht verstrekt in de werkelijk verrichte hoeveelheid lichaamsbeweging, zodat dit zowel bij de diagnose alsook bij de therapie van belang kan zijn?

Door verwijdering van de balans-anker-unit is het mogelijk gebleken om het apparaat, mits aangebracht op het meest daarvoor in aanmerking komende lichaamsdeel, als bewegingsmeter te laten fungeren.

Resultaten van toetsingen op betrouwbaarheid van de meters kunnen als volgt worden samengevat. Na voldoende technische verzorging bleek het mogelijk om meerdere meters synchroon te laten werken, terwijl elke meter, na steeds aan dezelfde bewegingen blootgesteld te zijn geweest, dezelfde uitslagen opleverde.

De validiteit werd getest door vergelijking van de gemeten hoeveelheid lichaamsbewegingseenheden met inspanningsproeven, waarvan de energetische waarde door gelijktijdige meting van het zuurstofverbruik was vastgesteld. Deze eerste toetsing, die op weinig waarnemingen berustte, werd gevolgd door een tweede toetsing waarbij de uitslagen van de bewegingsmeter werden vergeleken met bekende gegevens van energieverbruik tijdens het verrichten van drie verschillende activiteiten, t.w. wandelen, hardlopen en fietsen, elk bij een aantal verschillende snelheden.

Uit de overeenkomst in tendensen van de toeneming van het aantal geregistreerde bewegingseenheden en die van het berekende energieverbruik bij verschillende snelheden bij een drietal activiteiten mag de conclusie worden getrokken dat de bewegingsmeter in staat blijkt te zijn om in zeer redelijke mate inzicht te verstrekken omtrent verschillen in niveau van energieverbruik van de drager bij eenzelfde activiteit, m.a.w. behalve uitsluitend bewegingsaantallen worden tevens bewegingsintensiteiten geregistreerd.

Vraagstelling 2.

Is het bewegingspatroon van dikke kinderen anders dan dat van niet-dikke leeftijdgenoten?

Uit de gegevens van dit materiaal is tot uitdrukking gekomen dat het bewegingspatroon van adipeuse jongens en meisjes onderling niet significant verschilt, doch dat van niet-adipeuse jongens en meisjes wél.

Tevens kan de conclusie worden getrokken dat bij dit onderzoek van 2 x 50 adipeusen en 2 x 50 niet-adipeusen adipositas wél duidelijk gepaard gaat met geringere hoeveelheid lichaamsbeweging bij jongens doch niet duidelijk bij meisjes.

Vraagstelling 3.

Kan misschien verband worden aangetoond tussen het bewegingspatroon enerzijds en het voedingspatroon en de mate van adipositas anderzijds?

Bij analyse van de desbetreffende gegevens kan een zekere mate van overeenkomst worden gezien met de bevindingen bij de studies van Mayer bij volwassenen, waarbij gebleken was dat een matig inspannende lichamelijke activiteit gepaard gaat met een geringere energie-opname uit voeding in vergelijking met zowel grote als zeer geringe mate van lichamelijke activiteit.

Bij deze scholieren blijkt eveneens de tendens te bestaan dat boven een minimum van de bewegingshoeveelheden de energie-opname uit voeding toeneemt bij grotere mate van activiteit, maar dat bij geringere hoeveelheid beweging geen consistent verband kan worden aangetoond. Verondersteld wordt dat de schatting van voedselopname op basis van gegevens van voedingsenquête niet nauwkeurig genoeg is geweest om dergelijke verbanden aan te tonen.

SUMMARY

The purpose of this study was to develop and test a device to measure body movements of children and to examine the relationship between bodily activity and obesity and the relationship between bodily activity and food consumption.

The approach taken in this study was related to the question whether obese children show less activity than non-obese children. This question was deemed to be of importance because of the known relationship between physical activity and obesity and the possible relationship between obesity of children and obesity on adult age and the risk of subsequent disease.

A device to measure body movements was developed using a modified selfwinding wristwatch of the calendar type, including day-indicating, which could be strapped to the thigh. The pattern of body movement was measured during three days in 200 schoolchildren between the ages of six and twelve. This study group consisted of each 50 obese and non-obese boys and girls.

The determination of obesity was based upon the measurement of skinfold thickness, using a Holtain skinfold caliper. The measurements were taken at four places: the musculus triceps, the musculus biceps, the angulus inferior scapulae, and the spina iliaca anterior superior.

With these methods an attempt was made to obtain information concerning the three following questions:

1. Is it possible to develop a device for measuring body movements?

The study results show that the meter does enable the investigator to reliably quantifying bodily activity during normal behavior patterns of childhood activity, including play activities. In addition, the validity of

this meter was tested and the measured values for body movements were shown to correlate well with estimated energy-output.

2. Is the pattern of body movements different in obese children as compared to non-obese children?

The study results show that the obese schoolchildren behave less active than non-obese schoolchildren. The measured differences in body movements between obese and non-obese children were statistically significant for boys, but not for girls. It was also shown that the differences between boys and girls, with regard to measured body movements, were statistically significant for the non-obese, but not for the obese.

3. Is it possible to demonstrate a relationship between bodily activity and food consumption?

The results, based on a limited number of observations, indicate that there is a positive relationship between body movements and food consumption, for those children exhibiting at least a moderate degree of physical activity.

No consistent relationship could be shown between body movements and food consumption among those who exhibited less than a moderate degree of physical activity.

Because of the limited response in this part of the study and because of the difficulty in obtaining valid data on energy intake from food consumption inquiries, these results should be considered tentative. They are, however, consistent with the findings of the previous study (J. Mayer, 1956 and 1959) in which bodily activity was measured by the amount of time spent daily in walking.

LITERATUUR

- BULLEN, B.A., R.B. REED en J. MAYER, 1964.
Physical activity of obese and nonobese adolescent girls appraised by motion picture sampling. *Amer. J. Clin. Nutr.* **14**, 211.
- BURKINSHAW, L., P.R.M. JONES en D.W. KRUPOWICZ, 1973.
Observer error in skinfold thickness measurements. *Human Biology*, V **45**, No. 2, 273.
- EDWARDS, D.A.W., H.W. HAMMOND, M.J.R. HEALY, J.M. TANNER en E.H. WHITEHOUSE, 1955.
Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness. *Brit. J. Nutr.* **9**, 133.
- MARSDEN, J.P. en S.R. MONTGOMERY, 1972.
A general survey of the walking habits of individuals. *Ergonomics*, **15**, 439.
- MAYER, J., P. ROY en K.P. MITRA, 1956.
Relation between caloric intake, body weight and physical work in an industrial male population in West Bengal. *Amer. J. Clin. Nutr.* **4**, 169.
- MAYER, J., 1959.
Exercise and weight control. *Postgrad. Med.* **25**, 469.
- NATIONAL HEALTH SURVEY, 1972
Skinfold thickness of children 6-11 years. U.S., Series 11 Number 120. DHEW Publication No. (HSM) 73.
- RUIZ, L., J.R.T. COLLEY en P.J.S. HAMILTON, 1971.
Measurement of triceps skinfold thickness. An investigation of sources of variations. *Brit. J. prev. soc. Med.* **25**, 165.
- SARIS, W.H.M. en R.A. BINKHORST, 1977.
The use of pedometer and actometer in studying daily physical activity in man. Part I. Reliability of pedometer and actometer. Part II: Validity of pedometer and actometer measuring the daily physical activity. *Eur. J. of Applied Physiology*, **37**, 219 en 229.
- SCHULMAN, J.L. en J.M. REISMAN, 1959.
An objective measure of hyperactivity. *Am. J. Ment. Defic.* **64**, 455.
- SILVERMAN, M. en S.D. ANDERSON, 1972.
Metabolic cost of treadmill exercise in children. *J. Appl. Physiol.* **33**, 696.
- STAVAREN, W.A. VAN, 1974.
Pedometer and actometer as device for measuring energy expenditure. Msc. Thesis, University of London.
- STUNKARD, A., 1960.
A method of studying physical activity in man. *Amer. J. Clin. Nutr.* **8**, 595.
- WOMERSLEY, J., en J.V.G.A. DURNIN, 1973.
An experimental study on variability of measurements of skinfold thickness on young adults. *Human Biology*, **45**, 281.
- VOORLICHTINGSBUREAU VOOR DE VOEDING, DEN HAAG, 1967.
Nederlandse Voedingsmiddelentabel, 23ste druk.

Bijlage 1a. Adipeuse jongens.

Volgnummer en huidplooidikten (mm)

	6 jaar	7 jaar	8 jaar	9 jaar	10 jaar	11 jaar	12 jaar
0 mnd							40 43
1 mnd				7 41	16 60		41 80
2 mnd					17 41	30 45	42 49 43 50
3 mnd				8 53	18 41	31 44	
4 mnd					19 42 20 53		44 52
5 mnd			4 47	9 40 10 58			45 46 46 62
6 mnd		2 67		11 41	21 55 22 54	32 52	47 61
7 mnd				12 41 13 44	23 48 24 44	33 49	48 50
8 mnd	1 41			14 40	25 52		49 51 50 61
9 mnd				15 65	26 41	34 43 35 51	
10 mnd			5 41 6 41		27 41 28 41 29 71	36 47 37 59 38 42 39 61	
11 mnd		3 47					
50 totaal	1	2	3	9	14	10	11

Bijlage 1b. Adipeuse meisjes

Volgnummer en huidplooidikten (mm)

	6 jaar	7 jaar	8 jaar	9 jaar	10 jaar	11 jaar	12 jaar
0 mnd			5 47	14 53	23 50	36 46	45 75
1 mnd			6 48 7 41	15 46	24 54		
2 mnd				16 59		37 73 38 53	
3 mnd		1 41 2 44	8 42	17 51	25 108	39 41 40 54	46 44
4 mnd		3 40			26 118 27 56		47 91
5 mnd					28 78 29 44		48 59
6 mnd			9 56			41 69	
7 mnd					30 51		
8 mnd			10 53 11 44	18 48	31 58 32 69		49 50 50 49
9 mnd			12 53	19 66 20 57 21 56	33 49	42 52 43 46	
10 mnd		4 41		22 49	34 58		
11 mnd			13 46		35 43	44 46	
50 totaal	0	4	9	9	13	9	6

Bijlage 1c, Niet-adipeuse jongens

Volgnummer en huidplooidikten (mm)

	6 jaar	7 jaar	8 jaar	9 jaar	10 jaar	11 jaar	12 jaar
0 mnd		2 19 3 20				34 17 35 18	42 18
1 mnd		4 18	12 18		26 17		
2 mnd		5 15	13 15	18 19 19 18			43 18 44 17 45 18
3 mnd				20 19	27 17 28 18	36 19	
4 mnd		6 20	14 19 15 18	21 20 22 18 23 15	29 15 30 16 31 18	37 19 38 18	46 17 47 18 48 18
5 mnd		7 19					49 16
6 mnd							
7 mnd				24 16			
8 mnd	1 17	8 17			32 17	39 19 40 16 41 15	
9 mnd		9 16	16 16				50 14
10 mnd		10 20	17 19				
11 mnd		11 19		25 19	33 17		
50 Totaal	1	10	6	8	8	8	9

Bijlage 1d, Niet-adipeuse meisjes

Volgnummer en huidplooidikten (mm)

	6 jaar	7 jaar	8 jaar	9 jaar	10 jaar	11 jaar	12 jaar
0 mnd		3 19	12 19	26 19	37 20		
1 mnd		4 18			38 20 39 18		50 20
2 mnd				27 17 28 20	40 20	45 19	
3 mnd			13 19 14 16	29 19 30 20 31 18	41 17	46 18 47 20	
4 mnd			15 16	32 18			
5 mnd		5 18	16 19 17 17		42 20		
6 mnd			18 20 19 20		43 20	48 18 49 20	
7 mnd	1 18		20 19				
8 mnd		6 18	21 19 22 15	33 20 34 20			
9 mnd	2 19	7 18	23 17				
10 mnd		8 18 9 19 10 18	24 15		44 20		
11 mnd		11 19	25 18	35 20 36 18			
50 Totaal	2	9	14	11	8	5	1

Bijlage 2a, Adipeseu jongens
Meetresultaten

Nr	Leeftijd jr.mnd	Gew. kg	Lengte m		Huidploodikte (mm)				Beweging "eenh."	School nr	Groep nr
					Tric.	Bio.	Scap.	Spina	Σ 4		
1	06.08	25	1.20	12.3	10.7	9.1	8.8	41	49	17	22
2	07.06	40	1.34	15.2	12.6	19.2	19.6	67	62	16	20
3	07.11	31	1.31	13.4	11.8	12.4	9.1	47	58	10	22
4	08.05	38	1.41	13.0	10.2	11.2	12.3	47	82	17	12
5	08.10	35	1.40	12.6	9.3	9.8	9.2	41	82	13	16
6	08.10	38	1.44	12.0	11.1	7.8	9.8	41	66	18	23
7	09.01	39	1.46	10.8	12.0	9.6	8.8	41	79	8	12
8	09.03	39	1.40	14.9	16.8	8.3	12.8	53	69	18	23
9	09.05	39	1.50	10.6	10.8	9.0	10.0	40	37	16	20
10	09.05	45	1.49	16.0	9.4	16.1	16.6	58	61	16	22
11	09.06	37	1.46	10.6	10.1	9.2	10.6	41	58	15	19
12	09.07	36	1.38	13.2	9.7	11.2	7.1	41	57	15	19
13	09.07	41	1.48	13.1	12.0	10.6	8.3	44	86	18	23
14	09.08	33	1.40	11.3	9.7	9.3	9.2	40	47	18	23
15	09.09	48	1.45	18.2	12.4	17.2	17.4	65	40	15	19
16	10.01	48	1.54	13.6	11.4	14.8	20.6	60	39	15	19
17	10.02	36	1.42	10.1	11.1	8.3	11.4	41	134	4	2
18	10.03	40	1.50	13.6	7.3	12.2	7.4	41	114	12	16
19	10.04	34	1.43	13.0	9.8	8.8	10.6	42	62	15	19
20	10.04	39	1.38	12.7	12.8	14.0	13.9	53	59	14	20
21	10.06	45	1.48	16.8	12.6	10.6	15.2	55	48	6	4
22	10.06	44	1.44	15.7	14.7	11.1	12.8	54	66	18	24
23	10.07	36	1.42	13.8	9.9	10.2	14.2	48	72	3	2
24	10.07	38	1.49	11.0	11.2	10.6	11.3	44	60	18	23
25	10.08	42	1.45	16.8	11.0	12.6	11.6	52	35	6	4
26	10.09	44	1.53	12.8	7.7	9.6	10.7	41	50	16	22
27	10.10	40	1.46	11.2	8.2	9.2	12.6	41	81	13	16
28	10.10	41	1.45	12.0	9.6	11.8	7.7	41	40	15	19
29	10.10	51	1.52	15.1	16.3	18.2	21.8	71	55	16	22
30	11.02	40	1.49	10.6	9.8	9.3	14.8	45	100	15	20
31	11.03	40	1.54	10.2	10.8	10.0	13.2	44	116	16	21
32	11.06	46	1.51	14.0	11.6	14.2	12.6	52	30	12	15
33	11.07	52	1.60	13.0	10.6	8.2	16.9	49	32	18	24
34	11.09	39	1.52	12.8	11.2	9.1	10.0	43	67	13	17
35	11.09	43	1.47	13.4	8.2	14.8	14.6	51	81	16	22
36	11.10	48	1.56	12.2	10.0	10.8	14.2	47	45	1	1
37	11.10	50	1.63	10.2	12.4	11.9	24.0	59	74	7	5
38	11.10	40	1.51	10.8	11.2	9.4	10.8	42	34	15	14
39	11.10	49	1.58	16.2	14.2	14.9	15.4	61	40	18	24
40	12.00	41	1.50	11.2	7.4	10.3	13.6	43	120	5	3
41	12.01	53	1.56	20.4	14.1	21.1	24.1	80	84	18	24
42	12.02	45	1.50	12.4	12.2	13.1	11.3	49	114	1	1
43	12.02	64	1.66	11.8	7.9	12.4	18.1	50	71	12	16
44	12.04	51	1.67	14.6	9.3	10.9	17.6	52	266	12	15
45	12.05	44	1.45	10.4	10.1	11.9	13.7	46	84	5	3
46	12.05	47	1.47	16.1	12.8	13.1	19.6	62	77	18	24
47	12.06	52	1.56	14.6	12.8	13.8	19.3	61	89	12	16
48	12.07	50	1.53	13.6	11.3	10.6	14.3	50	49	8	9
49	12.08	46	1.50	10.2	9.1	15.1	16.2	51	74	4	2
50	12.08	53	1.62	16.6	11.2	15.6	17.3	61	78	15	20

Bijlage 2b, Adipeuse meisjes
Meetresultaten

Nr	Leeftijd jr. mnd	Gew. kg	Lengte m	Huidplooidikte (mm)					Beweging "eenh."	School nr	Groep nr
				Tric.	Bic.	Scap.	Spina	Σ 4			
1	07.03	35	1.37	11.3	8.6	10.0	11.2	41	86	11	13
2	07.03	29	1.32	12.7	10.2	11.0	10.1	44	49	11	13
3	07.10	26	1.26	12.6	9.4	8.0	10.8	41	58	11	13
4	08.00	34	1.41	12.6	10.6	10.2	13.6	47	89	11	13
5	08.01	29	1.28	15.5	11.3	11.6	9.8	48	86	3	2
6	08.01	29	1.33	12.6	9.8	9.2	8.9	41	82	11	15
7	08.03	33	1.40	13.1	12.1	7.1	9.3	42	57	4	2
8	08.06	36	1.40	12.3	9.9	17.0	16.8	56	65	8	8
9	08.08	36	1.34	15.8	12.2	12.4	12.6	53	62	8	8
10	08.08	35	1.39	13.6	12.2	10.2	8.0	44	102	11	15
11	08.09	35	1.36	12.1	12.0	13.8	14.6	53	48	16	21
12	08.11	32	1.37	14.6	9.8	11.6	9.6	46	40	16	21
13	09.00	43	1.43	12.0	11.7	13.2	16.3	53	66	18	23
14	09.01	34	1.37	14.4	12.6	11.2	8.0	46	41	11	14
15	09.02	42	1.48	17.2	13.8	13.2	15.2	59	58	18	23
16	09.03	30	1.33	13.6	11.5	12.4	13.8	51	55	11	13
17	09.04	29	1.26	11.4	10.6	9.6	8.8	40	72	14	18
18	09.08	41	1.49	14.6	11.7	10.8	11.2	48	68	15	19
19	09.09	45	1.47	16.6	9.8	25.0	14.1	66	111	7	5
20	09.09	38	1.46	16.0	13.6	13.3	13.6	57	64	11	14
21	09.09	31	1.33	13.2	13.6	16.4	12.6	56	49	14	18
22	09.10	31	1.33	15.2	8.8	13.7	11.6	49	57	16	21
23	10.00	40	1.48	12.9	12.3	10.6	14.4	50	64	16	21
24	10.01	47	1.59	12.1	8.6	13.4	20.2	54	96	7	5
25	10.03	58	1.52	22.2	18.8	31.2	35.6	108	53	13	17
26	10.04	58	1.43	25.1	34.2	21.1	37.2	118	35	4	2
27	10.04	45	1.46	16.8	11.4	12.3	15.6	56	51	6	4
28	10.05	46	1.47	19.9	14.8	21.8	21.7	78	91	5	3
29	10.05	43	1.58	12.9	11.9	7.7	11.6	44	30	13	17
30	10.07	36	1.46	10.8	10.9	11.3	17.8	51	85	8	12
31	10.08	44	1.48	14.0	9.4	18.8	16.1	58	80	5	3
32	10.08	55	1.60	17.2	14.2	17.3	20.4	69	47	7	5
33	10.09	46	1.53	14.1	11.2	11.6	11.8	49	87	7	5
34	10.10	55	1.59	16.0	14.1	12.2	15.6	58	68	5	3
35	10.11	45	1.57	11.1	9.2	10.8	12.1	43	50	13	17
36	11.00	44	1.51	12.0	8.4	11.7	14.0	46	51	5	3
37	11.02	55	1.57	16.8	12.2	16.1	28.3	73	60	7	5
38	11.02	40	1.41	13.4	9.9	15.8	13.8	53	63	16	21
39	11.03	39	1.51	12.2	11.5	10.2	7.1	41	46	11	15
40	11.03	47	1.52	16.3	11.5	10.6	15.6	54	51	14	18
41	11.06	50	1.48	17.6	11.6	19.4	20.2	69	44	8	10
42	11.09	47	1.54	13.2	7.6	14.0	17.1	52	114	7	5
43	11.09	49	1.53	12.2	9.6	13.0	10.8	46	51	13	16
44	11.11	40	1.51	12.0	9.4	11.0	13.2	46	50	12	15
45	12.00	54	1.57	18.6	13.3	18.3	24.4	75	58	15	20
46	12.03	56	1.62	12.1	8.1	13.2	10.6	44	74	7	5
47	12.04	59	1.58	22.4	17.2	28.2	22.8	91	73	7	6
48	12.05	47	1.54	14.1	13.2	17.2	14.6	59	97	8	9
49	12.08	43	1.46	14.0	10.2	14.1	11.8	50	73	6	4
50	12.08	49	1.59	15.4	11.2	12.6	9.6	49	56	12	15

Bijlage 2c, Niet-adipese jongens

Meetresultaten

Nr	Leeftijd jr.mnd	Gew. kg	Lengte m	Huidplooidikte (mm)				Σ4	Beweging "eenh."	School nr	Groep nr
				Tric.	Bic.	Scap.	Spina				
1	06.08	24	1.28	5.6	4.2	4.0	3.2	17	117	8	9
2	07.00	21	1.22	6.4	4.1	4.4	3.8	19	117	7	6
3	07.00	20	1.25	6.6	5.2	4.1	3.6	20	73	7	7
4	07.01	21	1.25	5.4	4.3	3.9	4.2	18	114	7	7
5	07.02	21	1.24	4.1	5.2	3.3	2.8	15	120	11	13
6	07.04	29	1.34	7.2	4.2	5.0	4.0	20	206	1	1
7	07.05	26	1.33	7.0	4.0	4.4	3.6	19	88	5	3
8	07.08	18	1.17	6.1	4.8	3.0	2.6	17	86	7	6
9	07.09	19	1.28	5.7	4.5	3.2	3.0	16	76	11	13
10	07.10	27	1.37	6.2	4.9	4.1	5.1	20	112	7	7
11	07.11	23	1.29	7.0	3.8	4.3	3.6	19	114	7	6
12	08.01	26	1.32	6.8	3.2	3.9	3.6	18	126	7	6
13	08.02	27	1.37	6.0	3.0	3.4	2.8	15	151	16	20
14	08.04	28	1.41	5.9	5.3	3.9	3.8	19	121	8	11
15	08.04	28	1.35	6.8	4.5	3.7	3.0	18	103	8	15
16	08.09	29	1.39	4.1	4.2	4.4	3.1	16	94	4	2
17	08.10	29	1.40	7.2	4.1	4.0	3.4	19	117	14	18
18	09.02	28	1.36	6.0	5.1	4.2	3.3	19	95	5	3
19	09.02	25	1.36	7.3	2.7	4.4	3.8	18	65	16	21
20	09.03	28	1.42	8.3	4.3	3.6	3.2	19	139	8	11
21	09.04	32	1.37	7.4	4.4	3.6	4.2	20	85	2	2
22	09.04	28	1.34	6.8	3.1	3.9	3.8	18	71	5	3
23	09.04	26	1.43	4.9	3.4	3.8	3.2	15	54	11	14
24	09.07	30	1.53	5.0	4.2	3.4	3.2	16	74	13	17
25	09.11	29	1.40	6.6	3.6	5.2	4.0	19	94	7	6
26	10.01	32	1.44	4.2	5.3	4.1	3.2	17	77	4	2
27	10.03	33	1.48	5.9	3.2	4.6	3.3	17	100	8	9
28	10.03	37	1.51	5.4	3.8	4.2	4.2	18	144	8	10
29	10.04	30	1.42	4.4	3.6	3.4	3.2	15	118	1	1
30	10.04	32	1.46	5.6	3.4	4.0	3.0	16	121	3	2
31	10.04	35	1.43	3.6	4.6	5.2	4.3	18	70	7	7
32	10.08	33	1.50	4.4	4.2	4.0	3.9	17	52	8	9
33	10.11	32	1.49	4.4	3.4	4.4	4.7	17	64	11	14
34	11.00	33	1.48	6.5	3.0	4.3	3.6	17	45	5	3
35	11.00	34	1.51	4.7	3.7	5.6	4.8	19	60	5	3
36	11.03	30	1.47	6.0	4.0	4.6	4.1	19	63	14	18
37	11.04	45	1.58	5.6	3.6	5.2	4.2	19	95	5	4
38	11.04	31	1.43	7.4	3.2	4.2	3.2	18	78	7	6
39	11.08	31	1.48	5.2	4.1	4.2	5.3	19	77	4	2
40	11.08	33	1.47	4.6	3.5	4.0	3.6	16	54	7	7
41	11.08	29	1.48	5.2	2.4	3.8	3.2	15	45	12	16
42	12.00	38	1.51	5.4	3.8	5.4	3.2	18	331	7	7
43	12.02	48	1.67	5.2	3.7	4.8	4.6	18	87	1	1
44	12.02	36	1.53	4.1	4.1	4.3	4.4	17	106	4	2
45	12.02	40	1.60	5.8	4.0	5.0	3.2	18	65	5	3
46	12.04	31	1.46	5.3	5.0	4.3	3.1	17	113	1	1
47	12.04	26	1.34	6.5	3.3	4.5	3.7	18	70	5	4
48	12.04	38	1.60	5.2	5.2	4.8	3.2	18	67	6	4
49	12.05	44	1.64	4.2	4.2	4.8	3.2	16	69	8	10
50	12.09	33	1.55	4.5	2.6	3.6	3.0	14	79	8	12

Bijlage 2d, Niet-adipese meisjes

Meetresultaten

Nr	Leeftijd jr.mnd	Gew. kg	Lengte m	Huidploidikte (mm)				$\Sigma 4$	Beweging "eenh."	School nr	Groep nr
				Tric.	Bic.	Scap.	Spina				
1	06.07	15	1.10	7.4	4.0	4.0	3.0	18	32	7	4
2	06.09	18	1.10	7.0	6.0	3.0	3.0	19	99	16	12
3	07.00	24	1.31	7.6	3.0	4.2	4.2	19	105	8	10
4	07.01	23	1.25	5.9	3.6	4.4	4.0	18	96	7	4
5	07.05	16	1.10	8.2	2.6	4.0	3.2	18	112	8	8
6	07.08	21	1.33	5.6	4.2	4.0	3.7	18	55	11	14
7	07.09	21	1.25	7.3	3.7	4.0	3.2	18	64	1	1
8	07.10	21	1.21	5.9	4.4	4.7	2.9	18	94	7	4
9	07.10	26	1.38	5.8	5.4	4.2	4.0	19	122	7	5
10	07.10	25	1.33	6.2	5.0	3.8	3.0	18	83	8	8
11	07.11	19	1.20	5.6	4.7	4.2	4.4	19	70	3	2
12	08.00	22	1.35	6.5	5.0	4.1	3.8	19	64	7	4
13	08.03	25	1.28	7.0	3.4	4.8	3.5	19	82	5	3
14	08.03	22	1.21	4.6	3.6	4.2	3.2	16	88	5	4
15	08.04	28	1.38	4.9	3.7	3.8	4.0	16	74	7	4
16	08.05	25	1.33	5.4	4.8	4.3	4.8	19	66	5	3
17	08.05	21	1.31	6.0	2.6	4.0	3.9	17	55	14	18
18	08.06	30	1.48	5.6	4.6	5.3	4.7	20	50	2	2
19	08.06	26	1.33	6.2	5.4	4.1	3.8	20	36	14	18
20	08.07	27	1.34	6.5	5.6	4.3	3.0	19	81	1	1
21	08.08	32	1.47	7.6	3.6	4.4	3.8	19	63	1	1
22	08.08	20	1.25	4.6	3.6	3.9	2.9	15	34	16	22
23	08.09	21	1.23	5.4	4.4	3.8	3.5	17	60	1	1
24	08.10	22	1.32	4.6	3.2	3.8	3.6	15	127	7	5
25	08.11	28	1.36	6.4	3.8	4.4	3.2	18	61	6	4
26	09.00	21	1.26	6.6	4.8	4.9	3.0	19	99	8	9
27	09.02	27	1.41	5.9	2.8	4.0	4.2	17	60	1	1
28	09.02	28	1.29	7.8	4.2	4.3	3.8	20	66	3	2
29	09.03	29	1.39	5.6	6.0	4.0	3.8	19	70	1	1
30	09.03	29	1.43	6.2	4.5	4.5	5.1	20	58	1	1
31	09.03	30	1.40	6.0	3.3	5.0	4.1	18	71	18	23
32	09.04	25	1.31	6.6	3.6	4.6	3.6	18	44	6	4
33	09.08	27	1.38	5.8	4.4	4.3	5.2	20	89	7	5
34	09.08	22	1.27	8.8	3.0	4.2	3.7	20	188	8	9
35	09.11	27	1.36	7.8	5.1	4.4	2.9	20	43	1	1
36	09.11	26	1.30	4.9	5.0	4.4	3.2	18	86	8	9
37	10.00	30	1.43	4.8	6.6	4.4	4.2	20	77	2	2
38	10.01	28	1.43	5.9	5.3	4.4	4.2	20	57	8	11
39	10.01	29	1.45	6.6	3.4	4.0	4.0	18	82	14	18
40	10.02	26	1.43	6.1	4.1	4.8	4.9	20	67	7	4
41	10.03	34	1.51	5.6	3.6	4.4	3.6	17	104	3	2
42	10.05	28	1.47	5.8	4.8	5.0	4.8	20	56	8	10
43	10.06	26	1.35	5.8	4.9	5.6	4.1	20	35	8	10
44	10.10	35	1.56	5.6	4.9	5.3	4.1	20	58	7	6
45	11.02	31	1.45	6.2	4.5	4.2	4.0	19	93	7	5
46	11.03	36	1.51	4.8	3.3	5.0	4.8	18	70	1	1
47	11.03	38	1.52	5.3	6.6	5.1	3.4	20	46	1	1
48	11.06	29	1.40	6.6	4.6	3.2	3.2	18	71	1	1
49	11.06	40	1.63	4.8	5.6	4.8	5.0	20	30	7	6
50	12.01	33	1.46	5.8	5.4	4.4	4.8	20	89	7	5

Bijlage 3a, Adipeuse jongens Gegevens betreffende voedingspatroon

Nr	Leeftijd	Gew.	Absolute en relatieve waarden der nutriënten									
			jr.mnd	kg	kcal	kcal kg	gE	gE kg	gV	gV kg	gKH	gKH kg
1	06.08	25		1944	77.8	41	1.6	72	2.9	282	11.3	
2	07.06	40		1599	39.9	65	1.6	78	2.0	157	3.9	
3	07.11	31		2193	70.8	137	4.4	119	3.8	150	4.8	
4	08.05	38		1692	44.5	54	1.4	71	1.9	210	5.5	
5	08.10	35		1750	50.0	66	1.9	71	2.0	211	6.0	
6	08.10	38		1423	37.4	61	1.6	39	1.0	206	5.4	
7	09.01	39		1809	46.4	68	1.7	75	1.9	216	5.5	
8	09.03	39		1297	33.3	57	1.5	62	1.6	126	3.2	
9	09.05	39		1919	49.2	62	1.6	71	1.8	257	6.6	
10	09.05	45		1830	40.7	73	1.6	91	2.0	181	4.0	
11	09.06	37		2130	57.6	81	2.2	94	2.5	243	6.6	
12	09.06	36		1846	51.2	70	1.9	73	2.0	227	6.3	
13	09.07	41		2441	59.5	96	2.3	73	1.8	313	7.6	
14	09.08	33		1603	48.6	58	1.8	61	1.8	205	6.2	
15	09.09	48		2043	42.6	70	1.5	91	1.9	237	4.9	
16	10.01	48		1680	35.0	70	1.5	55	1.1	226	4.7	
17	10.02	36		2014	55.9	85	2.4	72	2.0	256	7.1	
18	10.03	40		2339	58.5	78	2.0	96	2.4	290	7.3	
19	10.04	34		2291	67.4	80	2.4	100	2.9	270	7.9	
20	10.04	39		2510	64.4	82	2.1	110	2.8	197	7.6	
21	10.06	45		1940	43.1	84	1.9	98	2.2	182	4.0	
22	10.06	44		2822	64.1	94	2.1	127	2.9	323	7.3	
23	10.07	36		1635	45.4	73	2.1	79	2.2	184	5.1	
24	10.07	38		1415	37.2	60	1.6	53	1.4	172	4.5	
25	10.08	42		1778	42.3	68	1.6	60	1.4	243	5.8	
26	10.09	44		2605	59.2	167	3.8	88	2.0	287	6.5	
27	10.10	40		2927	73.2	81	2.0	134	3.4	351	8.8	
28	10.10	41		2216	54.0	83	2.0	95	2.3	255	6.2	
29	10.10	51		2235	43.8	95	1.9	99	1.9	240	4.7	
30	11.02	40		1906	47.7	89	1.7	77	1.9	233	5.8	
31	11.03	40		2192	54.8	57	1.4	89	2.2	290	7.3	
32	11.06	46		1769	38.5	87	1.9	70	1.5	199	4.3	
33	11.07	52		3058	58.8	112	2.2	105	2.0	414	8.0	
34	11.09	39		2132	54.7	86	2.2	78	2.0	269	6.9	
35	11.09	43		1926	44.8	66	1.6	78	1.8	236	5.5	
36	11.10	48		1360	28.3	63	1.3	43	0.9	179	3.7	
37	11.10	50		2119	42.4	56	1.1	56	1.1	348	7.0	
38	11.10	40		2183	54.6	83	2.1	83	2.1	276	6.9	
39	11.10	49		1233	25.2	37	0.8	36	0.7	189	3.9	
40	12.00	41		1768	43.1	78	1.9	82	2.0	181	4.4	
41	12.01	53		1906	36.0	55	1.0	75	1.4	251	4.7	
42	12.02	45		1302	29.0	47	1.0	40	0.9	188	4.2	
43	12.02	64		2485	38.9	81	1.3	104	1.6	308	4.8	
44	12.04	51		3078	60.4	149	2.9	137	2.7	298	5.8	
45	12.05	44		1958	44.5	84	1.9	66	1.5	234	5.3	
46	12.05	47		1927	41.0	67	1.4	91	1.9	209	4.4	
47	12.06	52		2482	47.7	86	1.7	107	2.1	294	5.7	
48	12.07	50		2163	43.3	76	1.5	92	1.8	257	5.1	
49	12.08	46		2129	46.3	54	1.2	66	1.4	334	7.3	
50	12.08	53		2115	39.9	90	1.7	112	2.1	188	3.5	

Bijlage 3b, Adipese meisjes Gegevens betreffende voedingspatroon

Nr	Leeftijd jr.mnd	Gew. kg	Absolute en relatieve waarden der nutriënten							
			kcal	kcal kg	gE	gE kg	gV	gV kg	gKH	gKH, kg
1	07.03	35	1942	55,5	61	1,7	80	2,3	243	6,9
2	07.03	29	1742	60,1	41	1,5	46	1,6	288	9,9
3	07.10	26	1576	60,6	68	2,6	74	2,8	158	6,1
4	08.00	34	1613	47,4	64	1,9	73	2,1	171	5,1
5	08.01	29	1848	63,7	78	2,7	81	2,8	188	6,5
6	08.01	29	1721	59,3	72	2,5	71	2,4	198	6,8
7	08.03	33	1556	47,2	58	1,8	71	2,2	172	5,2
8	08.06	36	1119	31,1	39	1,1	40	1,1	150	4,2
9	08.08	36	1973	54,8	79	2,2	101	2,8	184	5,1
10	08.08	35	2062	58,9	74	2,1	102	2,9	210	6,0
11	08.09	35	1629	46,5	50	1,4	37	1,1	273	7,8
12	08.11	32	1491	46,6	49	1,5	63	2,0	182	5,7
13	09.00	43	1128	26,2	39	0,9	55	1,3	119	2,8
14	09.01	34	2241	65,9	75	2,2	86	2,5	291	8,6
15	09.02	42	1477	35,2	56	1,3	64	1,5	170	4,0
16	09.03	30	1924	64,1	60	2,0	56	1,9	296	9,9
17	09.04	29	1954	67,4	74	2,6	93	3,2	205	7,1
18	09.08	41	1836	44,8	48	1,2	89	2,2	210	5,1
19	09.09	45	1451	32,2	65	1,4	66	1,5	149	3,3
20	09.09	38	1296	43,1	36	0,9	50	1,3	177	4,7
21	09.09	31	1771	57,1	65	2,1	77	2,5	205	6,6
22	09.10	31	1882	60,7	52	1,7	70	2,3	263	8,5
23	10.00	40	1804	45,1	60	1,5	68	1,7	238	6,0
24	10.01	47	2075	44,1	87	1,9	65	1,4	283	6,0
25	10.03	58	1105	19,1	48	0,8	61	1,1	98	1,7
26	10.04	58	1608	27,7	73	1,3	74	1,3	161	2,8
27	10.04	45	1760	39,1	48	1,1	73	1,6	227	5,0
28	10.05	46	2330	50,7	118	2,6	112	2,4	210	4,6
29	10.05	43	2144	49,9	68	1,6	76	1,8	305	7,1
30	10.07	36	1327	36,9	46	1,3	42	1,2	192	5,3
31	10.08	44	1577	35,8	57	1,3	63	1,4	196	4,5
32	10.08	55	1371	24,9	53	1,0	40	0,7	197	3,6
33	10.09	46	1757	38,2	81	1,8	75	1,6	192	4,2
34	10.10	55	1957	35,6	64	1,2	70	1,3	267	4,9
35	10.11	45	2047	45,5	68	1,5	97	2,2	224	5,0
36	11.00	44	1906	43,3	85	1,9	69	1,6	236	5,4
37	11.02	55	1622	29,5	49	0,9	49	0,9	247	4,5
38	11.02	40	1766	44,2	69	1,7	63	1,6	231	5,8
39	11.03	39	2456	63,0	76	1,9	88	2,3	346	8,9
40	11.03	47	2050	43,6	80	1,7	104	2,2	199	4,2
41	11.06	50	2036	40,7	56	1,1	62	1,2	312	6,2
42	11.09	47	2161	46,0	88	1,8	97	2,1	233	5,0
43	11.09	49	1291	26,3	55	1,1	46	0,9	165	3,4
44	11.11	40	1250	31,3	44	1,1	40	1,0	186	4,7
45	12.00	54	1664	30,8	54	1,0	62	1,1	220	4,1
46	12.03	56	1968	35,1	79	1,4	97	1,7	196	3,5
47	12.04	59	1810	30,7	59	1,0	63	1,1	249	4,2
48	12.05	47	2509	53,4	85	1,8	132	2,8	249	5,3
49	12.08	43	2164	50,3	87	2,0	98	2,3	234	5,4
50	12.08	49	2585	52,8	88	1,8	77	1,6	383	7,8

Bijlage 3c Niet-adipese jongens Gegevens betreffende voedingspatroon

Nr	Leeftijd	Gew.	Absolute en relatieve waarden der nutriënten								
			jr.mnd	kg	kcal	kcal/kg	gE	gE/kg	gV	gV/kg	gKH
1	06.08	24	1609	67,0	84	3,5	57	2,4	189	7,9	
2	07.00	21	2558	121,8	102	4,9	115	5,5	278	13,2	
3	07.00	20	2076	103,8	74	3,7	98	4,9	223	11,2	
4	07.01	21	1660	79,0	53	2,5	56	2,7	236	11,2	
5	07.02	21	2803	133,5	106	5,0	114	5,4	338	16,1	
6	07.04	29	2481	85,6	64	2,2	89	3,1	356	12,3	
7	07.05	26	1959	75,3	82	3,2	84	3,2	218	8,4	
8	07.08	18	1537	85,4	66	3,7	80	4,4	137	7,6	
9	07.09	19	1557	81,9	54	2,8	56	2,9	210	11,1	
10	07.10	27	2479	91,8	83	3,1	88	3,3	339	12,6	
11	07.11	23	1779	77,3	71	3,1	88	3,8	177	7,7	
12	08.01	26	1823	70,1	77	3,0	72	2,8	217	8,3	
13	08.02	27	1785	66,1	71	2,6	74	2,7	208	7,7	
14	08.04	28	2293	81,9	84	3,0	89	3,2	291	10,4	
15	08.04	28	2111	75,4	92	3,3	108	3,9	190	6,8	
16	08.09	29	2003	69,1	66	2,3	78	2,7	259	8,9	
17	08.10	29	2711	93,5	98	3,4	111	3,8	329	11,3	
18	09.02	28	2040	72,9	82	2,9	85	3,0	235	8,4	
19	09.02	25	2117	84,7	90	3,6	107	4,3	201	8,0	
20	09.03	28	1564	55,9	64	2,3	50	1,8	212	8,5	
21	09.04	32	1989	62,2	67	2,1	72	2,3	268	8,4	
22	09.04	28	1535	54,8	63	2,3	50	1,8	207	7,4	
23	09.04	26	1486	57,2	55	2,1	59	2,3	184	7,1	
24	09.07	30	2346	78,2	69	2,3	72	2,4	355	11,8	
25	09.11	29	2502	86,3	90	3,1	101	3,5	309	10,7	
26	10.01	32	1738	54,3	82	2,6	63	2,0	209	6,5	
27	10.03	33	1898	57,5	61	1,8	70	2,1	256	7,8	
28	10.03	37	1969	53,2	48	1,3	64	1,7	300	8,1	
29	10.04	30	1765	58,8	49	1,6	70	2,3	234	7,8	
30	10.04	32	2107	65,8	76	2,4	77	2,4	285	8,9	
31	10.04	35	2828	80,8	72	2,1	105	3,0	401	11,5	
32	10.08	33	2519	76,3	68	2,1	99	3,0	337	10,2	
33	10.11	32	2472	77,3	84	2,6	104	3,3	299	9,3	
34	11.00	33	1340	40,6	49	1,5	38	1,2	198	6,0	
35	11.00	34	2486	73,1	83	2,4	111	3,3	188	8,5	
36	11.03	30	1820	60,7	50	1,7	71	2,4	245	8,2	
37	11.04	45	1972	43,8	65	1,4	64	1,4	282	6,3	
38	11.04	31	2364	76,3	58	1,9	85	2,7	341	11,0	
39	11.08	31	2588	83,5	110	3,5	87	2,8	342	11,0	
40	11.08	33	2113	64,0	43	1,3	87	2,6	288	8,7	
41	11.08	29	1587	54,7	48	1,7	59	2,0	214	7,4	
42	12.00	38	3593	94,6	148	3,9	188	4,9	328	8,6	
43	12.02	48	2693	56,1	92	1,9	111	2,3	331	6,9	
44	12.02	36	1604	44,6	52	1,4	65	1,8	202	5,6	
45	12.02	40	1549	38,7	78	2,0	65	1,6	163	4,1	
46	12.04	31	1882	60,7	54	1,7	87	2,8	226	7,3	
47	12.04	26	2127	81,8	81	3,1	103	4,0	217	8,3	
48	12.04	38	1965	51,7	69	1,8	71	1,9	261	6,9	
49	12.05	44	2507	57,0	89	2,0	101	2,3	310	7,0	
50	12.09	33	2370	71,8	86	2,6	95	2,9	293	8,9	

Bijlage 3d, Niet-adipese meisjes Gegevens betreffende voedingspatroon

Nr	Leeftijd jr.mnd	Gew. kg	Absolute en relatieve waarden der nutriënten							
			kcal	kcal kg	gE	gE kg	gV	gV kg	gKH	gKH kg
1	06.07	15	1776	118.4	53	3.5	59	3.9	261	17.4
2	06.09	18	2021	112.3	74	4.1	81	4.5	248	13.8
3	07.00	24	1754	73.1	70	2.9	78	3.3	194	8.1
4	07.01	23	1895	82.4	76	3.3	83	3.6	211	9.2
5	07.05	16	2134	133.4	59	3.7	81	5.1	291	18.2
6	07.08	21	1509	71.9	56	2.7	58	2.8	193	9.2
7	07.09	21	1907	90.8	67	3.2	88	4.2	212	10.1
8	07.10	21	2459	117.1	107	5.1	100	4.8	281	13.4
9	07.10	26	1723	66.3	80	3.1	75	2.9	185	7.1
10	07.10	25	1911	76.4	79	3.2	104	4.2	171	6.8
11	07.11	19	1217	64.1	50	2.6	56	2.9	127	6.7
12	08.00	22	2137	97.1	77	3.5	107	4.9	222	10.1
13	08.03	25	2420	96.8	100	4.0	118	4.7	235	9.4
14	08.03	22	1814	82.5	64	2.9	71	3.2	229	10.4
15	08.04	28	2369	84.6	76	2.7	82	2.9	333	11.9
16	08.05	25	2606	104.2	106	4.2	115	4.6	285	11.4
17	08.05	21	1622	77.2	50	2.4	74	3.5	200	9.5
18	08.06	30	1571	52.4	66	2.2	66	2.2	178	5.9
19	08.06	26	1299	50.0	49	1.9	60	2.3	140	5.4
20	08.07	27	1238	45.9	55	2.0	58	2.1	124	4.6
21	08.08	32	1927	60.2	87	2.8	90	2.9	192	6.0
22	08.08	20	2120	106.0	78	3.9	83	4.2	265	13.3
23	08.09	21	1534	73.0	70	3.3	68	3.2	160	7.6
24	08.10	22	1915	87.0	56	2.5	74	3.4	256	11.7
25	08.11	28	1751	62.5	54	1.9	72	2.6	221	7.9
26	09.02	21	2010	95.7	65	3.1	89	4.2	235	11.2
27	09.02	27	1294	47.9	56	2.1	66	2.4	119	4.4
28	09.02	28	1719	61.4	63	2.3	83	3.0	179	6.4
29	09.03	29	2676	92.3	106	3.7	119	4.1	295	10.2
30	09.03	29	1630	56.2	64	2.2	62	2.1	204	7.0
31	09.03	30	2563	85.4	65	2.2	92	3.1	369	12.3
32	09.04	25	1990	80.0	66	2.7	97	3.9	212	8.5
33	09.08	27	1820	67.4	53	2.0	68	2.5	250	9.2
34	09.08	22	2294	104.3	62	2.8	88	4.0	315	14.3
35	09.11	27	1987	73.6	79	2.9	94	3.5	209	7.8
36	09.11	26	1563	60.1	60	2.3	73	2.8	167	6.4
37	10.00	30	1379	46.0	48	1.6	55	1.8	172	5.7
38	10.01	28	2053	73.3	69	2.5	66	2.4	288	10.3
39	10.01	29	2209	76.2	83	2.9	88	3.0	271	9.3
40	10.02	26	1705	56.6	65	2.5	60	2.3	225	8.7
41	10.03	34	2402	70.7	60	1.8	95	2.8	325	9.6
42	10.05	28	2301	82.2	81	2.9	100	3.6	269	9.6
43	10.06	26	1202	46.2	24	0.9	44	1.7	177	6.8
44	10.10	35	2136	61.0	79	2.3	95	2.7	239	6.8
45	11.02	31	1731	55.8	60	1.9	72	2.3	211	6.8
46	11.03	36	2587	71.9	97	2.7	131	3.6	255	7.1
47	11.03	38	1918	50.5	90	2.4	78	2.1	212	5.6
48	11.06	29	1769	61.0	74	2.6	75	2.6	200	6.9
49	11.06	40	2001	50.0	75	1.9	81	2.0	241	6.0
50	12.01	33	2490	75.4	80	2.4	82	2.5	357	10.8

Bijlage 4. Data van bewegingsmeting voor elk der 24 groepen.

1. 1976 4, 5, 6 maart,
2. 11, 12, 13 maart,
3. 18, 19, 20 maart,
4. 25, 26, 27 maart
5. 1, 2, 3 april,
6. 8, 9, 10 april,
7. 22, 23, 24 april,
8. 29 a., 30 a., 1 mei,
9. 6, 7, 8 mei,
10. 13, 14, 15 mei,
11. 20, 21, 22 mei,
12. 17, 18, 19 juni,
13. 2, 3, 4 september,
14. 9, 10, 11 september,
15. 16, 17, 18 september,
16. 23, 24, 25 september,
17. 30 s., 1, 2 oktober,
18. 7, 8, 9 oktober,
19. 28, 29, 30 oktober,
20. 4, 5, 6 november,
21. 11, 12, 13 november,
22. 18, 19, 20 november,
23. 1977 20, 21, 22 januari,
24. 27, 28, 29 januari.

CURRICULUM VITAE

Jacob Cornelis Groenewegen werd op 16 juli 1924 geboren te Schiedam.

Na de Lagere en Middelbare school te hebben doorlopen moest hij de beëindiging van de Tweede Wereldoorlog afwachten alvorens verder te kunnen gaan studeren.

In navolging van zijn vader koos hij toen de Faculteit der Geneeskunde te Utrecht, waarbij hij vanwege zijn technische instelling de bedoeling had om zich naderhand te specialiseren in chirurgie dan wel röntgenologie/radiologie.

Het vroegtijdig overlijden van zijn vader leidde er evenwel toe dat hij zijn studie in Utrecht moest afbreken, waarna hij deze later in Leiden weer voortzette en daar in 1954 het doctoraal examen aflegde.

De in Rotterdam juist opgerichte Klinische Hogeschool, naderhand opgenomen in de Erasmus-universiteit, maakte het mogelijk om in deze gemeente de co-assistentenschappen te volgen en in 1957 het artsdiploma te behalen.

Factoren van economische aard maakten het op dat moment onmogelijk om zich te specialiseren in de eerder genoemde richting, doch wel kon hij een huisartsenpraktijk beginnen en deze gedurende zes jaren opbouwen.

Toen hij werd uitgenodigd een assistentschap rheumatologie te gaan vervullen in Rotterdam bij de rheumatoloog Dr. S.A. den Oudsten heeft hij dit gedurende vier jaren gedaan en in die tijd kennis gemaakt met de problemen aangaande oorzaken en gevolgen van een relatief te hoog lichaamsgewicht, hetgeen als uitgangspunt kan worden gezien voor het schrijven van deze dissertatie.

De praktische mogelijkheid tot uitvoering van bestudering van dit probleem vond hij door zich in het kader der Praeventieve Geneeskunde te specialiseren als jeugdarts en zijn aandacht kon richten op het systematisch onderzoek van scholieren in de leeftijdsklassen van vier tot negentien jaar.

